

Evaluering af trafikssikkerhedstiltag - en vejledning

Hels, Tove; Lyckegaard, Allan; Pilegaard, Ninette

Publication date:
2011

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Hels, T., Lyckegaard, A., & Pilegaard, N. (2011). Evaluering af trafikssikkerhedstiltag - en vejledning. Technical University of Denmark, Transport. (DTU Transport. Notat; Nr. 2011:1).

DTU Library

Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Evaluering af trafiksikkerhedstiltag - en vejledning



Tove Hels
Allan Lyckegaard
Ninette Pilegaard

Marts 2011

Evaluering af trafiksikkerhedstiltag - en vejledning

Tove Hels
Allan Lyckegaard
Ninette Pilegaard

Marts 2011

Evaluering af trafiksikkerhedstiltag – en vejledning

Notat 1, 2011

Marts 2011

Af Tove Hels, Allan Lyckegaard, Ninette Pilegaard

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Udgivet af: DTU Transport
Bygningstorvet 116 Vest
2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres via: www.transport.dtu.dk (elektronisk)

ISSN: 1601-9466 (elektronisk udgave)

ISBN: 978-87-7327-214-5 (elektronisk udgave)

Forord

Et væsentligt element i at sikre, at man så vidt muligt vælger de mest effektive og samfundsmæssigt hensigtsmæssige trafiksikkerhedstiltag, er en systematisk vurdering af effekten af hidtidige tiltag. Virker trafiksikkerhedsmæssige tiltag efter hensigten? I hvilken grad øger tiltagene trafiksikkerheden?

I Danmark har der ikke været tradition for at udføre evalueringer af trafiksikkerhedstiltag på en standardiseret måde. Formålet med dette notat er, at det kan fungere som første udkast til en skabelon til brug ved evalueringer af trafiksikkerhedstiltag. Skabelonen stiler imod at give trafiksikkerhedseksperter i vejforvaltningerne, forskere, teknikere og andre personer, som arbejder med trafiksikkerhed, et værktøj til systematisk effektberegning og standardiseret afrapportering af resultaterne som det faglige grundlag for evalueringer af gennemførte trafiksikkerhedstiltag.

Dette notat er udarbejdet på opdrag af Justitsministeriet. Projektet har haft en følgegruppe bestående af repræsentanter for Justitsministeriet og Vejdirektoratet. Projektleder i DTU Transport har været seniorforsker Tove Hels. Kapitel 1, 2, 3 og 4 er skrevet af Tove Hels og forsker Allan Lyckegaard, mens kapitel 5 er skrevet af seniorforsker Ninette Pilegaard.

Notatet findes udelukkende elektronisk og er ikke publiceret. Notatet er ment som DTU Transports bidrag til en proces, som vi håber vi kan fortsætte sammen med andre vigtige aktører på området. Målet med processen er at udarbejde en fælles national løsning til ensartede, systematiske evalueringer. På denne måde kan fremtidige evalueringer udarbejdes mere effektivt, og det vil være nemmere at sammenligne resultater udarbejdet efter samme veldefinerede metode. Endelig vil der blive større mulighed for at prioritere forskellige trafiksikkerhedstiltag i forhold til hinanden og dermed opnå den mest hensigtsmæssige trafiksikkerhedsindsats.

DTU, marts 2011

Liisa Hakamies-Blomqvist
Professor

Oversigt over begreber

Effektvurdering: Vurdering af trafiksikkerhedstiltagets effekt på trafiksikkerheden.

Evaluerings: Samlet undersøgelse af et trafiksikkerhedstiltags effekt rummende beskrivelse af undersøgelsens design, beskrivelse og kategorisering af tiltaget, effektvurdering af tiltaget og en samfundsøkonomisk analyse af tiltaget.

Risiko, trafikant: Antal tilskadekomne (eller uheld) pr. kørt kilometer.

Uheldshyppighed: Antal uheld pr. kilometer kørt på vejen pr. tidsenhed.

Uheldstæthed: Antal uheld pr. kilometer vejstrækning pr. tidsenhed.

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning.....	1
1.1	Evalueringsskabelon	2
1.2	Arbejdsgangen i evalueringen	2
2.	Planlægning og design af evalueringen.....	5
2.1	Formål med planlægning og design	5
2.2	Beskrivelse af effektstudiets design	7
3.	Kategorisering og beskrivelse af trafiksikkerhedstiltaget	13
3.1	Problem, baggrund og formål	13
3.2	Beskrivelse af trafiksikkerhedstiltaget.....	14
3.3	Beskrivelse af problemkompleks	18
4.	Effektvurdering	23
4.1	Uheld, eksponering og risiko	23
4.2	Regressionseffekt.....	24
4.3	Ændringer i trafikmønstre	26
4.4	Langtidstendenser	27
4.5	Tilfældigt sammenfaldende effekter	27
4.6	Flere tiltag på en gang	28
4.7	Proxyvariable	28
5.	Samfundsøkonomisk analyse	31
5.1	Hvad er en samfundsøkonomisk analyse?	31
5.2	Hvad indeholder den samfundsøkonomiske analyse?	32
5.3	Hvordan regner man på samfundsøkonomi?	33
5.4	Forhold vedrørende trafiksikkerhedstiltag	34
5.5	Forvridningstab	44
5.6	Opstilling af analysen	45
5.7	Følsomhed	47
	Litteratur	52

1. Indledning

Personskader fra uheld udgør en af trafikens største uønskede effekter. Gennem årene er uheld og personskader søgt afværget med forskellige trafiksikkerhedstiltag. Blandt de mest kendte og effektive i Danmark er indførelsen af generelle hastighedsgrænser i 1973 og indførelsen af selepligt i 1976. Trafiksikkerhedstiltag defineres som konkrete foranstaltninger, som iværksættes med henblik på at nedbringe antallet af trafikuheld og tilskadekomne. Tiltagene vil typisk udspringe af indførelsen af et politisk virkemiddel, det vil sige vedtagelser, der udsteder regler og/eller afsætter finansiering til indførelse af tiltagene eller giver økonomiske incitamenter gennem afgifter og subsidier. Tiltag kan antage mange andre former end færdselslovgivning som de ovennævnte: For eksempel vejtekniske tiltag (bygning af et stort antal rundkørsler i 1990'erne og 2000-tallet er et godt eksempel), informationskampagner, politikontrol, lempelse af registreringsafgiften for biler med bestemte sikkerhedsfremmende teknologier, for eksempel airbags eller blokeringsfrie bremses. Tiltag, der virker på forskellige niveauer i forhold til færdselsopgaven, men som alle har til formål at øge sikkerheden ved færdsel i trafikken.

Et væsentligt, men ofte negligeret, element i at sikre, at man så vidt muligt vælger de mest effektive og samfundsmæssigt hensigtsmæssige trafiksikkerhedstiltag, er en systematisk vurdering af effekten af hidtidige tiltag. Virker de enkelte tiltag efter hensigten? Øger de trafiksikkerheden, i hvilken grad, og er der utilsigtede og uforudsete afledte effekter?

I Danmark har der ikke været tradition for at udføre evalueringer af trafiksikkerhedstiltag på en standardiseret måde. Systematiske evalueringer har været forsømt, og især førundersøgelser, altså undersøgelser *inden* tiltaget er blevet implementeret, har manglet. Dette kan undre, når man tænker på hvor store ressourcer der bruges på trafiksikkerhedstiltag, eksempelvis etablering af rundkørsler, cykelstier, implementeringen af klippekortssystemet og omfattende informationskampagner.

Formålet med dette dokument er at bidrage til en proces, hvor en skabelon til brug ved sammenligning af evalueringer af trafiksikkerhedstiltag kan blive udarbejdet. En skabelon, som kan være fælles for sektoren. Det endelige mål er, at skabelonen kan give trafiksikkerhedseksperter i vejforvaltningerne, forskere, teknikere og andre personer, som arbejder med trafiksikkerhed, et værktøj til systematisk effektberegning og standardiseret af-rapportering af resultaterne som det faglige grundlag for evalueringer af gennemførte trafiksikkerhedstiltag.

Der er klare fordele ved at evalueringer bliver foretaget på en ensartet måde fra gang til gang: Dels er det nemmere at udføre evalueringerne, og dels er det nemmere at læse dokumentationen og vurdere resultaterne. Endelig – og her ligger formentlig skabelonens største styrke – kan det være vanskeligt eller ligefrem ikke muligt at sammenligne effekter af forskellige tiltag, hvis de ikke er vurderet efter samme veldefinerede metode. På denne måde opnås mulighed for på mere kvalificeret vis at prioritere forskellige tiltag i forhold til hinanden og dermed gennemføre den samlet set mest effektive og samfundsmæssigt hensigtsmæssige trafiksikkerhedsindsats.

1.1 Evalueringsskabelon

[Hvad findes af værktøjer og manualer i forvejen: Danmark og udlandet.]

I bestræbelsen på at ensarte og dermed kunne sammenligne på tværs af evalueringer af forskellige typer trafikssikkerhedstiltag præsenterer denne rapport en fælles skabelon for evalueringer (*ex post* vurderinger). Skabelonen er tænkt som et generelt evalueringsværktøj med trinvisse anvisninger, der kan anvendes på så vidt muligt alle typer af trafikssikkerhedstiltag. Mere konkret skal en standardiseret evalueringsmetode bidrage med:

- En klar og kortfattet oversigt over trafikssikkerhedstiltagets konsekvenser.
- Øget tilgængelighed af relevant information og mere gennemskuelighed.
- Mere komplette evalueringsrapporter med mindre arbejdsindsats og på kortere tid.
- En generel forøgelse af vidensniveauet omkring trafikssikkerhed.

Gennem hele dette dokument er de forskellige trin i evalueringen belyst med eksempler. Eksemplerne er hentet forskellige steder, og som gennemgående eksempel er brugt DTU Transports evaluering af automatisk hastighedskontrol (Hels m.fl. 2010). Denne evaluering rummer en effektvurdering af et forsøg med ti ATK-standere sat op på Sjælland i 2009. Det er vurderet, hvilken ændring i bilisternes hastighed, standerne har medført. Endvidere er der via statistisk modellering af personskadeuheld som funktion af hastighed regnet på hvilke konsekvenser denne hastighedsnedsættelse kan forventes at have for antallet af uheld på de strækninger, hvor ATK sættes op. Endelig er der foretaget en samfundsøkonomisk analyse af en eventuel fuldskalaimplementering af ATK-standere i Danmark, hvor samfundsøkonomiske fordele (sparede omkostninger til trafikuheld, brændstof og CO₂-udslip) og ulemper (ekstra omkostninger til etablering og drift af standerne samt forøget rejsetid som følge af den lavere hastighed) er gjort op og afvejet mod hinanden i en cost-benefit-analyse.

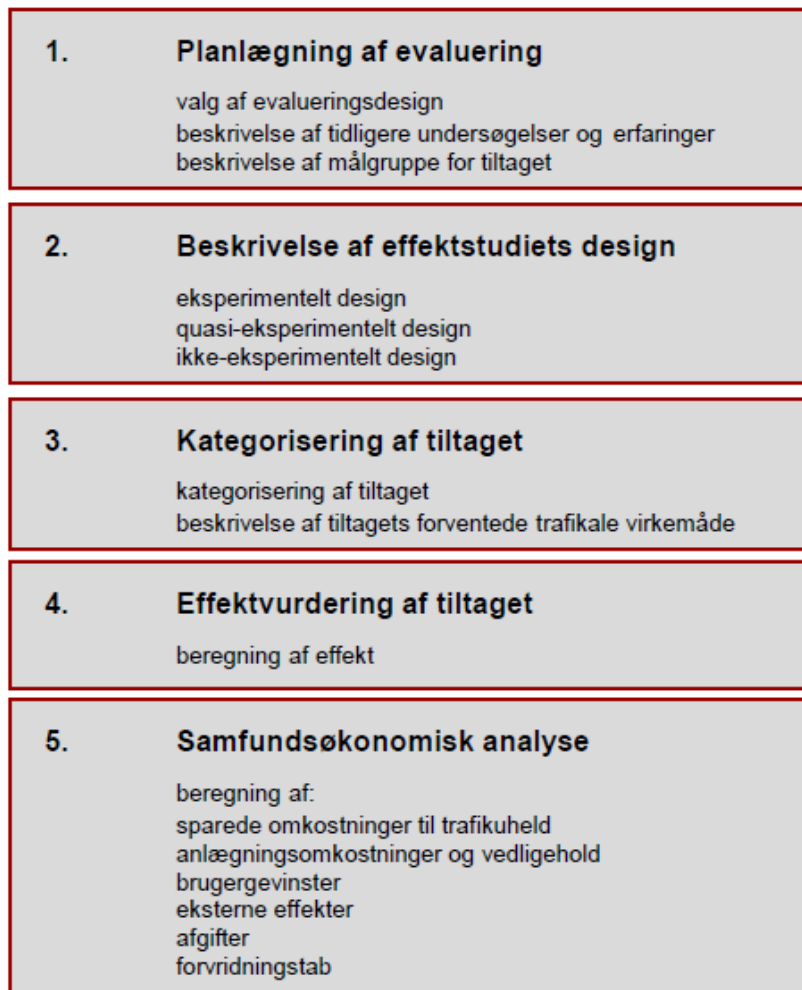
1.2 Arbejdsgangen i evalueringen

Kapitel 2 gennemgår nogle af de overvejelser angående planlægning og design af evalueringen, inden den påbegyndes, faktisk om muligt *inden* tiltaget implementeres, da man som regel kan styrke evalueringen ved at indsamle data om 'før-situationen'.

Kapitel 3 og 4 indeholder anvisninger til beskrivelse og kategorisering af tiltaget samt en gennemgang og en række eksempler af de analysemetoder, som anvendes i forbindelse med effektvurdering.

Endelig rummer kapitel 5 en vejledning til samfundsøkonomisk analyse af trafikssikkerhedstiltaget.

Hele evalueringsprocessen er beskrevet i figur 1.1 nedenfor.



2. Planlægning og design af evalueringen

2.1 Formål med planlægning og design

Planlægningen af evalueringen bør starte, før selve undersøgelsen af sikkerhedstiltaget påbegyndes. Formålet er at lave en skridt-for-skridt-anvisning til, hvordan evalueringen skal forløbe set fra et praktisk synspunkt plus at sikre sig et effektvurderingsdesign, der giver så sikker en effektvurdering som muligt.

2.1.1 Punkter i planlægningen

I det følgende listes en række punkter, som bør overvejes, inden man påbegynder udførelsen af sin evaluering. Listen er en bruttoliste, hvor punkternes vigtighed varierer efter typen af problemstilling.

2.1.2 Gennemgang af litteratur og tidligere erfaringer

Man er sjældent den første til at gennemføre en evaluering af et givent tiltag. I litteraturen, dansk såvel som udenlandsk, vil man ofte kunne finde beskrivelser af lignende evalueringer. En gennemgang af tidligere undersøgelser kan give nogle ideer til,

- hvilken effekt man kan forvente af et givent tiltag,
- hvordan man bør vælge sit eksperimentdesign, og/eller
- om der findes bedre alternativer til det valgte tiltag.

Et afgørende aspekt af litteraturundersøgelsen er at vurdere de enkeltes tidligere undersøgelser relevans, og hvilke implikationer deres resultater må forventes at have i forhold til den aktuelle evaluering. Denne vurdering stiler mod at konkludere, om effekterne af det konkrete tiltag i den aktuelle evaluering må forventes at blive større eller mindre end de rapporterede og i hvilket omfang. I analysen bør så vidt muligt indgå konsekvenserne af forskelle i:

- Design af tiltaget
- Trafikkulturen
- Risiko og eksponering i før-situationen
- Kvalitet af data og analysemetode

Det er vigtigt at vurdere kvaliteten af de tidligere undersøgelser samt tage stilling til, hvilke dele der – eventuelt i modificeret form – kan indgå i den aktuelle evaluering. For udenlandsk litteratur bør det beskrives i hvilken grad resultaterne kan overføres til Danmark og hvorfor (ikke).

2.1.3 Målgruppe for tiltaget

Baseret på den viden man har fra litteraturstudier og/eller fra tidligere erfaringer, kan de trafikanter, som udgør målgruppen, nu defineres, og man kan undersøge de overordnede antagelser, man gør sig i sin evaluering. Med andre ord stiller man før sin evaluering et

række hypoteser, som man ønsker at undersøge med evalueringen. Dette kan for eksempel være:

- Indførelsen af vejbumper mindsker det årlige antal af trafikuheld, som involverer børn, i villakvarterer.
- Undervisning i trafiksikkerhed i folkeskolens ældste klasser højner unge menneskers viden om trafiksikkerhed.
- Informationskampagner for brugen af sikkerhedsseler reducerer procentdelen af personer, der kører uden sikkerhedssele.

Jo snævrere man definerer sin målgruppe i forhold til tiltaget, desto højere effekt af tiltaget vil man forvente. Hvis man eksempelvis i eksemplet i tabel 2.3 måler effekten af vejbumper på alle børn, vil man få en lavere effekt, end hvis man måler effekten på børn i villakvarterer.

Så vidt det er muligt, bør man lade eksponering indgå (se også afsnit 4.1). Eksponering er et udtryk for, hvor meget trafikanter, vejstrækninger eller befolkning er udsat for uheld. Eksponering kan forsøgsvis oversættes til 'udsættelsesgrad'. Eksponeringen kan for eksempel være vejlængde, tidsperiode, trafikmængde, trafikarbejde (kørte kilometre) eller befolkning. Det er relevant at inkludere eksponeringen, hvis man vil foretage sammenligninger af data fra flere datakilder. Hvis studiet for eksempel omfatter flere veje med forskellig trafikmængde og længde, vil det være relevant at se på antallet af uheld pr. trafikarbejde (kørte kilometer), da små veje med lav trafikmængde så vil kunne indgå på lige fod med store veje med en højere trafikmængde.

2.1.4 Valg af effektstudiets design

Valget af effektvurderingens design har stor betydning for styrken af den konklusion, man kan drage efterfølgende, men også for den mængde ressourcer, man skal lægge i sin effektundersøgelse. Der er grundlæggende tre typer af design: eksperimentelt design, quasi-eksperimentelt design og ikke-eksperimentelt design. I afsnit 2.2 gennemgås disse typer af design med angivelse af, hvilken udsagnsstyrke konklusionen fra hver type design har.

2.1.5 Planlægning af dataindsamling

Det skal på forhånd klarlægges, hvilke informationer der skal indsamles til analysen i evalueringen. Indeholder analysen en kvalitativ del, for eksempel kvalitative interview, skal man være sikker på, at der kan findes relevante personer, som kan interviewes, ligesom interviewene skal foretages af kvalificeret personale.

Hvis der er tale om en kvantitativ analyse, bør man sikre sig, at de tal, som skal anvendes i analysen, enten allerede foreligger, kan fremskaffes eller kan måles ved brug af relevant udstyr. Skal analysen indeholde konklusioner baseret på statistik, bør man sikre sig, at den korrekte type test anvendes, stikprøver bliver udtaget korrekt og at antallet af observationer er stort nok til at drage statistisk holdbare konklusioner (Elvik og Vaa 2004).

Man skal beskrive, hvordan forholdet er mellem det/de mål for effekten, der bruges, og trafikikkerhed. Måler man eksempelvis middelhastigheden, har denne dokumenteret sammenhæng med antallet af uheld (Elvik 2009). Foretager man derimod kvalitative interview af trafikanter, lægger man fokus på en beskrivelse af menneskelige faktorer, som antages at kunne have en sammenhæng med trafikikkerhed (se også afsnit 4.7).

2.2 Beskrivelse af effektstudiets design

I en ideel situation med uanede ressourcer til rådighed ville man udføre et eksperiment, der ville kunne gentages et vilkårligt antal gange med de samme eksperimentelle betingelser, og hvor tilstedeværelsen af trafikikkerhedstiltaget var den eneste faktor, som varierede (Fisher 1937, Cox 1958). Dette er naturligvis ikke muligt, da trafikken i den virkelige verden ikke er statisk, og man derfor ikke kan genskabe den samme situation flere gange. Desuden ville sådan et eksperiment ofte være uetisk, fordi man ville udsætte en gruppe af trafikanter for en situation uden trafikikkerhedstiltaget, selv om man ville formode, at tiltaget ville have en positiv effekt på sikkerheden. I stedet må man designe sin effektundersøgelse efter de betingelser, der er til rådighed. Designet af undersøgelsen har stor betydning for hvor stærke konklusioner, man kan drage. Typisk inddeles undersøgelser i tre designs: Eksperimentelt design, quasi-eksperimentelt design og ikke-eksperimentelt design.

2.2.1 Eksperimentelt design

I dette design har man i princippet to grupper, hvor den ene gruppe tildeles behandling, og den anden ikke gør (kontrolgruppe). Effekten udgør forskellen på udfaldet i de to grupper. Styrken i dette design ligger i den tilfældige tildeling til grupperne, som sikrer at forskelle, som der ikke gøres rede for i undersøgelsen, fordeles lige mellem grupperne og derved mister betydning. Designet er klassisk inden for eksempelvis afprøvning af medicin.

I medicinske forsøg er grupperne patienter, men designet kan også bruges inden for effektivvurdering af trafikikkerhedstiltag. I så fald er grupperne typisk veje, lokaliteter eller befolkningsgrupper, behandlingen trafikikkerhedstiltag og kontrolgruppen andre veje, lokaliteter eller befolkningsgrupper, der ikke er udsat for trafikikkerhedstiltaget, men i øvrigt ligner de veje, lokaliteter eller befolkningsgrupper, der er udsat for tiltaget. Effekten af tiltaget måles som forskellen på udfaldet, for eksempel uheld eller hastighed, i forsøgsgruppen og kontrolgruppen.

Af de tre designs, som er nævnt her, er det det eksperimentelle design, man kan drage de stærkeste konklusioner fra.

Tabel 2.1 Eksempel: Kørellys på cykel

I perioden 1. november 2004 til 1. november 2005 udførte Aalborg Universitet i samarbejde med Odense Kommune en effektundersøgelse af kørellys på cykler. Kørellys betyder, at lyset på cyklen automatisk blev tændt, så snart man kørte på cyklen, hvad enten det var dagslys, tusmørke eller mørkt. Formålet med undersøgelsen var at klarlægge, om kørellys på cykler kunne reducere antallet af cykeluheld.

Designet var eksperimentelt med en gruppe personer, der fik tildelt cykellygter til fastmontering på cyklen, og en kontrolgruppe, som fortsatte deres hidtidige praksis for anvendelse af cykellys.

2.000 personer i alt blev tilfældigt udvalgt til en af grupperne, og ved undersøgelsens afslutning kunne uheldstallene for grupperne sammenlignes. Da der var en signifikant forskel på de to gruppers uheldstal, og undersøgelsen var designet med tilfældig tildeling af forsøgspersoner til grupperne, kunne man konkludere, at der var en stærk sammenhæng mellem anvendelsen af kørellys på cykel og antallet af uheld. Den gruppe, der anvendte konstant kørellys på cykel, havde færre uheld end den gruppe, der havde fortsat deres hidtidige praksis.

Kilde: Madsen (2006).

2.2.2 Quasi-eksperimentelt design

Denne type design dækker over før-efterundersøgelser og case-controlundersøgelser.

Hvor en før-efterundersøgelse er en undersøgelse på det samme sted, men med en forskydelse i tid, så er en case-controlundersøgelse en undersøgelse i samme tidsperiode.

Før-efterundersøgelser med kontrolgruppe

I et før-efterundersøgelser observerer man et udfald (for eksempel antal uheld, hastighed, adfærd) i en gruppe før og efter et tiltag træder i kraft, eventuelt med en indlagt initialperiode. Der inkluderes ligeledes en kontrolgruppe. På baggrund af sammenligning af observationer fra før- og efter-perioden og udviklingen i kontrolgruppen kan man drage en konklusion om tiltagets effekt.

Ved denne type undersøgelse er det vigtigt, at man får reduceret antallet af systematisk uforklarede faktorer, for eksempel langtidstendenser (se kapitel 4), da disse vil bidrage til det målte udfald og dermed påvirke styrken af den konklusion, der kan drages.

Regressionseffekten (se kapitel 4) er vigtig at tage højde for i analysen, hvis det er relevant, da beregningen korrigerer resultatet for tilfældige ophobninger af uheld og dermed giver et mere korrekt billede af trafiksikkerhedstiltagets effekt. Ved inklusionen af en relevant kontrolgruppe i før-efterstudier opnås viden om de systematisk uforklarede faktorer, men konklusionen vil ikke være ligeså stærk som i eksperimentelle undersøgelser.

Tabel 2.2 Eksempel: Ændring af hastighedsgrænse på motorvej, før-efterstudie med kontrolgruppe

Den 30. april 2004 blev den generelle hastighedsgrænse på de danske motorveje ændret fra 110 km/t til 130 km/t. Dog blev 110 km/t-begrænsningen bibeholdt på cirka en tredjedel af motorvejsnettet. Samtidig med denne ændring blev der også indført en række tiltag, blandt andet politikontroller, som havde til formål at holde hastigheden på det tilladte eller derunder. Et studie udført af Vejdirektoratet sammen med DTU Transport vurderede konsekvenserne for hastigheden og uheldsantallet på motorvejsnettet efter indførelsen af den nye hastighedsgrænse.

Analysen viste, at der fra før- til efter-perioden skete en stigning i antallet af personskadeuheld pr. år på 14 % på 130 km/t-vejene, men en reduktion på 29 % på 110 km/t-vejene. På øvrige veje i landzone var der et fald i antallet af personskadeuheld pr. år på 17 %.

I dette eksempel er øvrige veje i landzone kontrolgruppen, der opsamler den udvikling i antal uheld, som trafik-sikkerhedstiltaget ikke kan være grunden til. 'Baggrundsudviklingen' kan man kalde den.

Kilde: Reiff m.fl. (2008).

Flere eksempler på før-efterundersøgelser kan findes i Sode-Carlsen m.fl. (2005), Sørensen m.fl. (2005), Jensen (2008a), Jensen (2008c), Lund og Anderson (2009), Jensen (2010).

Case-controlundersøgelser

I case-controlundersøgelser arbejder man med to grupper: en casegruppe og en kontrolgruppe. Man finder først sin casegruppe, som er karakteriseret ved, at et givet udfald er positivt – for eksempel personer involveret i et trafikuheld. På baggrund af et sæt af kriterier, for eksempel demografiske som køn og alder, finder man en kontrolgruppe af personer, som har præcis samme karakteristika som case-gruppen, men som *ikke* har været involveret i et trafikuheld. Ved at sammenligne grupperne kan man analysere sig frem til hvilke forskelle, der har betydning for, om man kommer i trafikuheld eller ej.

Dette design efterligner det eksperimentelle design ved bevidst at fordele forskelle, som der ikke gøres rede for i undersøgelsen, lige mellem grupperne og derved mindske forskellenes betydning. Selv om case-controlundersøgelser indeholder denne korrektion, har designet ikke samme styrke som det eksperimentelle design, da case-control-designet ikke indeholder tilfældig tildeling til case- og kontrolgrupperne.

Tabel 2.3 Eksempel: Case-controlundersøgelser af vejbumps effektivitet

En amerikansk matched case-controlundersøgelse blev gennemført i 2004 blandt børn i alderen 5-14 år behandlet på skadestuen efter at være blevet ramt af en bil i nærheden af deres hjem.

Hvert barn fra et trafikuheld (det vil sige cases, n=100) blev matchet med to tilfældige børn på samme alder og af samme køn fra samme dag på skadestuen (det vil sige kontroller, n=200). Tilstedeværelsen af vejbump i området omkring børnenes hjem blev undersøgt, og på baggrund af en logistisk regression kunne man beregne, at tilstedeværelsen af vejbump cirka halverede sandsynligheden for, at børn kom til skade i deres nærområde.

Kilde: Tester m.fl. (2004).

2.2.3 Ikke-eksperimentelle forsøg

Før-efterundersøgelser uden kontrolgruppe

I gruppen af ikke-eksperimentelle forsøg er før-efterundersøgelser uden kontrolgruppe. Denne type undersøgelser rummer en eller flere forskellige grupper uden kontrolgruppe, før og efter at der er foretaget et indgreb. De er derfor rent deskriptive og har ringe forklaringskraft. Det er ofte muligt at korrigere for visse baggrundsfaktorer, men mængden af

faktorer vil være stor, og man kan derfor sjældent drage nogen faste konklusioner på baggrund af denne type studier. Observationsstudier er hyppigt forekommende inden for undersøgelser af trafikssikkerhed.

På trods af deres ringe forklaringskraft er denne type studier velegnet som pilotundersøgelser med det formål at opstille antagelser, som efterfølgende kan testes med enten eksperimentelle eller ikke-eksperimentelle designs. Et eksempel på en før-efterundersøgelse uden kontrolgruppe kan findes i Jensen (2009).

Tabel 2.4 Eksempel: Ændring af hastighedsgrænse på motorvej, før-efterundersøgelse uden kontrolgruppe

I eksemplet ovenfor, hvor den generelle hastighedsgrænse på motorvejene blev hævet fra 110 km/t til 130 km/t, blev hastighedsudviklingen fulgt: Perioden maj 2002 til august 2005 blev delt op i tre perioder: Før (maj 2002–april 2004), initial (maj 2004–august 2004) og efter (september 2004–august 2005). Den mellemliggende initialperiode blev indført, da man kunne forudse, at det ville tage tid, inden bilisterne vænnede sig til de nye grænser. I alle tre perioder blev der indhentet hastighedsdata fra de motorveje, som ændrede hastighedsbegrænsningen til 130 km/t, fra motorveje, som bevarede 110 km/t og fra øvrige veje i landzone, som blev brugt som kontrolgruppe. Den samme statistiske model blev anvendt på de to grupper af veje til modellering af hastigheden, og man fandt en signifikant forskel i hastighedsudviklingen på de to grupper.

Hastighedsudviklingen	130 km/t	110 km/t
Før, fremskrevet til sep. 2004	120,4 km/t	118,9 km/t
Efter, september 2004	121,2 km/t	116,0 km/t
Effekt	0,8 km/t	-2,9 km/t

Eksemplet er en ren før-efterundersøgelser uden kontrolgruppe. Trafikantadfærden på begge vejtyper har været påvirket i den periode ændringen i hastighedsgrænsen blev implementeret, fordi den blev ledsaget af andre ændringer som beskrevet ovenfor i tabel 2.2.

Kilde: Reiff m.fl. (2008).

Efterundersøgelser uden kontrolgruppe

Denne type undersøgelser rummer en eller flere grupper uden kontrolgruppe, efter at der er foretaget et indgreb. De er derfor rent deskriptive og har ringe forklaringskraft. Lige som før-efterundersøgelserne med kontrolgruppe er de velegnede som pilotundersøgelser.

Tabel 2.5 Eksempel: Trafikantadfærd i rundkørsler med dobbeltrettet cykelsti, efterundersøgelse uden kontrolgruppe

I et observationsstudie af cyklisters adfærd i en nybygget rundkørsel med dobbeltrettet cykelsti viste det sig, at 29 % af de cyklister, som kørte imod den almindelige færdselsretning på den dobbeltrettede cykelsti, holdt tilbage for indkørende bilister, på trods af at de indkørende bilister havde ubetinget vigepligt.

Eksemplet er en efterundersøgelse uden kontrolgruppe. Der er ingen observationer af adfærden, inden rundkørslen blev bygget, udelukkende efter.

Kilde: Sørensen (upubl).

Et eksempel på en efterundersøgelse er rapporteret i Anderson og Lund (2009).

Undersøgelser uden kontrolgruppe

Et eksempel på en undersøgelse uden kontrolgruppe er tidsserier. Tidsserier uden kontrolgruppe er i familie med før-efterundersøgelser uden kontrolgruppe, men hvor en før-efterundersøgelse indeholder nogle få målepunkter, indeholder tidsserier flere datapunkter over en længere periode. Netop fordi der er registreret data over en længere periode, vil tidsserien være kraftigt påvirket af mange flere uforklarede faktorer. Af denne grund kan tidsserier uden kontrolgruppe ikke anvendes til at drage konklusioner, men er nyttige i forståelse af udviklinger over længere tid. Tidsserier er som observationsundersøgelser deskriptive og har ringe forklaringskraft.

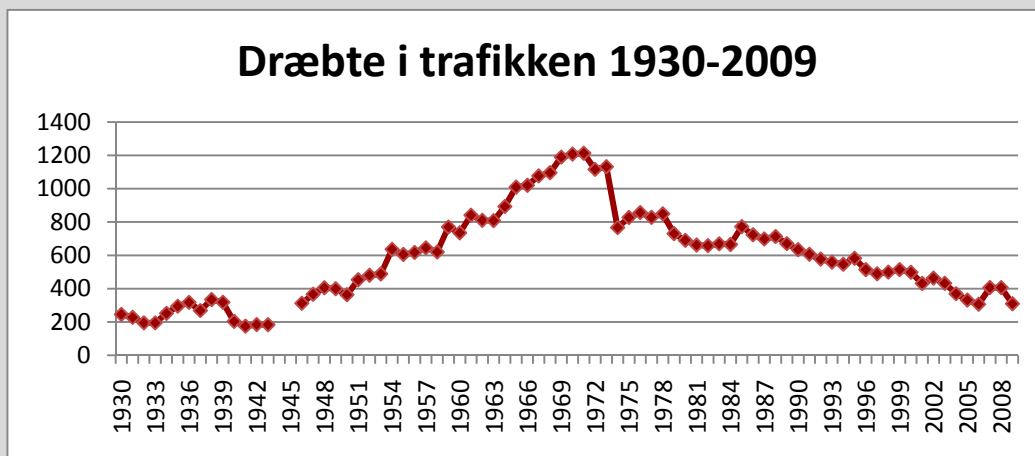
Tabel 2.6 Eksempel: Tidstendenser i spiritusulykker

For at få en karakteristik af den typiske spirituspåvirkede bilfører gennemgik DTU Transport trafikuheld i perioden 1968-2006, hvor føreren af bilen havde været påvirket af spiritus. Ved hjælp af dataudtræk fra Danmarks Statistik og Vejdirektoratet var det muligt at få tidsserier af socio-demografiske data som køn, alder, uddannelse og beskæftigelse. På baggrund af udviklingen i disse tidsserier var det muligt at lave en karakteristik af spiritusbilisterne, således at fremtidige kampagner og tiltag kunne målrettes præcis de grupper i befolkningen, som statistisk set var tilbøjelige til at køre under påvirkning af spiritus.

Kilde: Bernhoft m.fl. (2008).

Tabel 2.7 Eksempel: Antal dræbte i trafikken 1930–2009

Danmarks Statistik råder over et register indeholdende antallet af dræbte i trafikken for hvert år siden 1930. Udviklingen ses på figuren herunder. Den store reduktion fra 1973 til 1974 skyldes sandsynligvis både, at der var oliekrise og folk dermed kørte mindre, og at man indførte hastighedsbegrænsninger på vejnettet. Begge er plausible forklaringer, men ud fra den givne tidsserie kan man ikke konkludere, i hvor høj grad oliekrisen og indførelsen af hastighedsbegrænsninger reducerer antallet af dræbte i trafikken, men blot observere at der er et sammenfald imellem disse hændelser.



Figur 2.1 Udviklingen i antallet af dræbte i trafikken 1930 til 2009. Bemærk at der 1944-1945 ikke er sket registrering på grund af Anden Verdenskrig.

Kilde: Danmarks Statistik.

3. Kategorisering og beskrivelse af trafikssikkerhedstiltaget

3.1 Problem, baggrund og formål

I en evalueringsrapport skal det eksisterende trafikssikkerhedsproblem beskrives, dokumenteres, og indførelse af trafikssikkerhedstiltaget skal motiveres. Det kan være nyttigt at inkludere data fra statistiske kilder, for eksempel Danmarks Statistik, for at dokumentere trafikssikkerhedsproblemets omfang. Ligeledes kan tidligere undersøgelser og evalueringer, såvel danske som udenlandske, indgå i beskrivelsen af baggrunden. Kapitlet skal give læseren af evalueringen et svar på, hvad problemet og dets baggrund er, og med hvilket tiltag det søges løst.

Tabel 3.1 Eksempel fra ATK

Overtrædelse af hastighedsgrænserne er en væsentlig medvirkende årsag til en betydelig del af alvorlige trafikuheld (Elvik 2009). Effektivisering af hastighedskontrollen kan derfor være et virkemiddel til nedbringelse af antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken.

En opgørelse fra Vejdirektoratet for 2005 viser, at overtrædelse af hastighedsgrænsen dette år var skyld i cirka 40 dræbte og 600 tilskadekomne (Færdselssikkerhedskommisionen 2007). Dette svarer til 12 % af de dræbte og 9 % af de tilskadekomne for dette år. Det anslås, at hastigheden er en medvirkende faktor i mindst 25 % af alle trafikuheld (Rådet for Større Færdselssikkerhed 2003). På Vejdirektoratets Hastighedsbarometer (Lund 2005) kan man følge udviklingen i hastigheden de sidste ti år. Der er ikke noget entydigt mønster i hastighedsudviklingen på de syv vejtyper, som opgøres, ud over at der i årene efter 2005 ses et dyk i hastigheden, hvilket tilskrives indførelsen af klippekortet.

I Danmark benytter politiet laserudstyr til manuel stationær hastighedskontrol, tids/afstandsudstyr og video til kørende kontrol samt mobil ATK fra bil eller stativ til mobil ATK.

I flere europæiske lande har man i de senere år gjort omfattende brug af ubemandet stationær automatisk trafikkontrol (ATK). Denne type ATK findes i to varianter:

- Punkt-ATK, hvor kameraerne er monteret i fast placerede standere langs vejen. Ikke alle standere er nødvendigvis aktive/forsynet med kameraer samtidig. I forbindelse med standeren findes spoler i vejen, der måler forbigående køretøjers hastighed i et punkt, deraf navnet. Når hastighedsgrænsen overtrædes, fotograferes fører og nummerplade.
- Strækings-ATK, hvor trafikanternes passagetidspunkt registreres ved begyndelsen og slutningen af en strækning, hvorefter gennemsnitshastigheden beregnes. Alle køretøjer fotograferes. Førere/ejere af køretøjer, som kører over den tilladte hastighed, tilsendes bøde-/afgiftsforlæg.

Punkt-ATK er den mest udbredte variant; således er systematiske evalueringer fra punkt-ATK publiceret fra i hvert fald ni lande. Strækings-ATK er nyere, men udbredelsen er stigende. Mindst fire lande har implementeret systemet, men egentlige systematiske evalueringer foreligger endnu ikke.

Kilde: Hels m.fl. (2010).

3.2 Beskrivelse af trafikssikkerhedstiltaget

For at øge gennemskueligheden er det nødvendigt at have en standardiseret måde at beskrive trafikssikkerhedstiltaget på. Til dette hører der en kategorisering af tiltaget samt en beskrivelse af, hvordan tiltaget fungerer i praksis.

3.2.1 Kategorisering af trafikssikkerhedstiltaget

Trafikssikkerhedstiltaget kategoriseres først i en af de otte kategorier nævnt herunder (jf. også tabel 3.2). De otte kategorier er oprindeligt at finde i Færdselssikkerhedskommissionens Nationale Handlungsplan (Færdselssikkerhedskommissionen 2007).

Lovgivning og sanktioner

Færdselsloven sætter de juridiske rammer for trafikens afvikling og er et effektivt værktøj til at regulere trafikadfærd. Udsigten til bøder eller sanktioner som at miste sit kørekort tilskynder blandt andre ting trafikanter til at overholde Færdselsloven. Den samfundsmæssige udvikling rummer blandt andet en udvikling af både biler, trafik, teknologi (for eksempel eksistensen af mobiltelefoner) og vores samlede viden, hvorfor revision af Færdselsloven er nødvendig fra tid til anden. Loven om erhvervelse og opretholdelse af kørekort, det vil sige hele køreuddannelsesområdet, hører også under denne kategori.

Politikontrol

Der er en dokumenteret sammenhæng mellem den oplevede mængde af politikontrol og trafikanternes grad af regelefterlevelse (Kallberg m.fl. 2008). Politikontrol understøtter dermed den adfældsregulerende effekt af Færdselsloven.

Vejteknik og vejenes indretning

Tekniske ændringer af vejnettet har til formål at gøre færdsel sikker, entydig og let forståelig og at afbøde virkninger af eventuelle uheld (Wegman m.fl. 2005). Løbende forbedringer af det eksisterende vejnet er med til at sikre, at selv ældre veje opfylder nutidens opfattelse af, hvad en sikker vej er.

Informationskampagner og undervisning

Informationskampagner og undervisning er pædagogiske tiltag, som har til formål at påvirke trafikanters adfærd i trafikken og/eller øge deres viden om trafikssikkerhed og Færdselsloven. Kampagners og undervisnings effekt indtræder langsommere end for eksempel tekniske tiltag, hvorfor det kan være nødvendigt med gentagelse af kampagnen over en længere periode eller tidlig undervisningsindsats.

Køretøjer - teknologiske og køretekniske løsninger

Tekniske forbedringer og sikkerhedsudstyr er tiltag, som har til formål at mindske sandsynligheden for, at et uheld sker, og hvis det sker, da mindske sandsynligheden for personskade. Desuden kan visse tekniske tiltag lette opklaringen, efter at et uheld er sket. Indføringen af tekniske tiltag kan ske ved lovkrav eller som økonomiske tiltag som eksempelvis afgiftsnedsættelser for at tilskynde til udskiftning af sikkerhedsudstyr eller et nyere køretøj med højere niveau af sikkerhedsudstyr.

Andre indsatsområder

Trafiksikkerhed er påvirket af mange faktorer, og ofte kan indirekte faktorer medvirke til at sikkerheden højnes. Ligeledes kan man søge at mindske skader, når et uheld er sket, ved at have et beredskab til som kan håndtere trafikulykker.

Lokal trafiksikkerhedsindsats

Den kommunale indsats spiller en stor rolle i forebyggende indsats imod trafikuheld. Det er ligeledes kommunen i rolle af lokal vejmyndighed, som er tættest på borgeren med hensyn til trafiksikkerhedsspørgsmål.

Videngrundlag og forskning

Tilbundsgående og detaljeret viden om sammenhænge mellem uheld og trafik, infrastruktur og adfærd er grundlaget for at kunne forbedre trafiksikkerheden. Viden kan hjælpe med at udpege relevante sikkerhedstiltag eller påpege ændringer i Færdselsloven, som kan være til gavn for trafiksikkerheden.

Tabel 3.2 Eksempler på tiltag under de enkelte kategorier plus centrale aktører

Kategori	Tiltag
Lovgivning og sanktioner Aktører: Justitsministeriet, Skatteministeriet, Færdselsstyrelsen	<ul style="list-style-type: none"> • Klip i kørekortet (2005) • Nummerplader på knallerter (2006) • 0-grænse for ulovlige stoffer og ikke-lægeordineret medicin (2008) • Ændring af den generelle hastighedsgrænse på motorvejene fra 110 km/t til 130 km/t (2004) • Indførsel af demenstest ved generhvervelse af kørekort for bilførere over 70 år (2006)
Politikontrol Aktører: Rigspolitiet, Justitsministeriet	<ul style="list-style-type: none"> • Hastighedskontrol på veje uden for byzone • Ubemandet stationær ATK • Alkoholtest af alle førere stoppet ved politikontrol • Konfiskation af ulovlig knallert
Vejteknik og vejenes indretning Aktører: Vejmyndighed (Vejdirektoratet, kommuner), Transportministeriet	<ul style="list-style-type: none"> • Rabatsanering • Cykelstier langs veje i åbent land • 2+1-veje med autoværn • Forbedret vejbelysning • Rumleriller i vejmidten og fræsedede kantlinjer
Informationskampagner og undervisning Aktører: Undervisningsministeriet, kommuner, Politikredse, Justitsministeriet, Vejdirektoratet, kommuner, Transportministeriet, Rådet for Sikker Trafik	<ul style="list-style-type: none"> • Kampagner imod spirituskørsel • Fartkampagner og selekampagner • Obligatorisk trafikundervisning i folkeskolen • Udvikling af undervisningsmateriale
Køretøjer – teknologiske og køretekniske løsninger Aktører: Transportministeriet, Vejdirektoratet, Færdselsstyrelsen, Skatteministeriet	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalt hastighedskort og intelligent hastighedstilpasning (ISA) • Selehusker • Sorte bokse • Afgiftslettelse på sikre biler og sikkerhedsudstyr • Påbudt brug af cykelhjelm
Andre indsatsområder Aktører: Finansministeriet, Færdselsstyrelsen, Indenrigs- og Sundhedsministeriet	<ul style="list-style-type: none"> • Retningslinjer for indkøbsregler for sikre køretøjer og transportydelser i virksomheder • Automatisk opkald til alarmcentral ved alvorlige uheld (eCall) • Styrkelse af beredskab i forbindelse med trafikuheld
Lokal trafiksikkerhedsindsats Aktører: Kommuner, regioner, skoler	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale trafikpolitikker • Trafiksikkerhedskonsulenter på kommunalt niveau • Trafikpolitik på alle skoler • Styrkelse af beredskab i forbindelse med trafikuheld
Videngrundlag og forskning Aktører: Justitsministeriet, Transportministeriet, Indenrigs- og Sundhedsministeriet, Undervisningsministeriet, forskningsmiljøer, rådgivende ingeniørvirksomheder	<ul style="list-style-type: none"> • Udvikling af trafiksikkerhedsmodeller, prioriterings- og evalueringsværktøjer • Udvidet uheldsstatistik omkring dødsuheld og skadestuedata • Forskning inden for aldring og uheldsrisiko • Karakteristik af trafikantgrupper med forhøjet risikoniveau

3.2.2 Beskrivelse af trafiksikkerhedstiltaget

Beskrivelsen af trafiksikkerhedstiltaget sigter imod at give en så detaljeret gennemgang af tiltaget, at man vil være i stand til at reproducere et tiltag med de samme betingelser. Altså: hvor har tiltaget været iværksat, i hvilken periode, på hvilken måde og over for hvilke(n) trafikantgruppe(r).

Tabel 3.3 Eksempel, Automatisk hastighedskontrol (ATK), beskrivelse af forsøget

Forsøget blev gennemført ved hjælp af fastmonterede ubemandede kameraer på udvalgte forsøgsstrækninger, hvor der blev kørt med for høj hastighed, og hvor der var mange uheld. Forsøget blev gennemført i en periode på 12 måneder på ti målestrækninger, hvor der i perioden 2002 til 2006 var sket mere end tre personskadeuheld. Seks målesteder var beliggende uden for tættere bebygget område og havde en generel hastighedsbegrænsning på 80 km/t; fire målesteder var beliggende inden for tættere bebygget område og havde en generel hastighedsbegrænsning på 50 km/t. Af praktiske og økonomiske grunde blev alle målesteder udvalgt på Sjælland.

Forsøget omfattede seks aktive udstyr med kamera og fire passive udstyr uden kamera. Aktive udstyr leverede dokumentation af målingerne inklusive fotos af køretøjer og førere, mens passive udstyr alene skulle levere hastighedsmålinger til statistisk brug og ikke som grundlag for bødeforlæg. Det lykkedes dog ikke at indhente brugbare data fra nogen af de passive udstyr.

Der blev anvendt to typer af aktivt udstyr; dels fire analoge vådfilmskameraer model Traffiphot III SR, dels to digitalkameraer Traffistar SR 520. Udstyret fungerede via induktive spoler i kørebanen, hvorved hastigheden kunne beregnes på basis af køretøjets passage hen over spolerne.

Vejdirektoratet designede en ny servicetavle til opstilling ved alle målesteder med information til bilisterne om hastighedskontrollen. Tavlen er blå med hvid kant og består af et piktogram visende et kamera med tre buer under. Tavlen blev opstillet i en afstand på mindst 200 m før målestedet (standeren) på veje med 80 km/t hastighedsbegrænsning. På veje med 50 km/t hastighedsbegrænsning blev tavlen opsat under hensyntagen til de lokale forhold, hvorfor afstanden fra servicetavle til målesteder var helt ned til cirka 60 m. Transportministeriet meddelte dispensation til brug af tavlen.

Som kriterium for fotografering for at køre for hurtigt blev der anvendt det tolerancetillæg til hastighedsbegrænsningen på 10 %, som er fastlagt af politiet, foruden et udstyrsbestemt måletolerancetillæg på 3 km/t for den målte hastighed. Dette gjaldt for målinger indtil 99 km/t; for målinger på 100 km/t og derover blev anvendt et tillæg på 3 % i stedet for 3 km/t. For målesteder med en hastighedsbegrænsning på 50 km/t blev der således fotograferet ved hastigheder fra 59 km/t og opefter, og for målesteder med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t blev der fotograferet ved hastigheder fra 92 km/t og opefter. Dette gjaldt for køretøjer med totalvægt indtil 3500 kg samt busser. Køretøjer blev dog ikke identificeret på basis af deres vægt, men på basis af deres længde. For køretøjer med totalvægt over 3500 kg samt vogntog (hastighedsbegrænsning på 70 km/t, jf. færdselslovens § 43, stk. 3) blev der fotograferet ved hastigheder fra 81 km/t og opefter på landeveje.

Kilde: Hels m.fl. (2010)

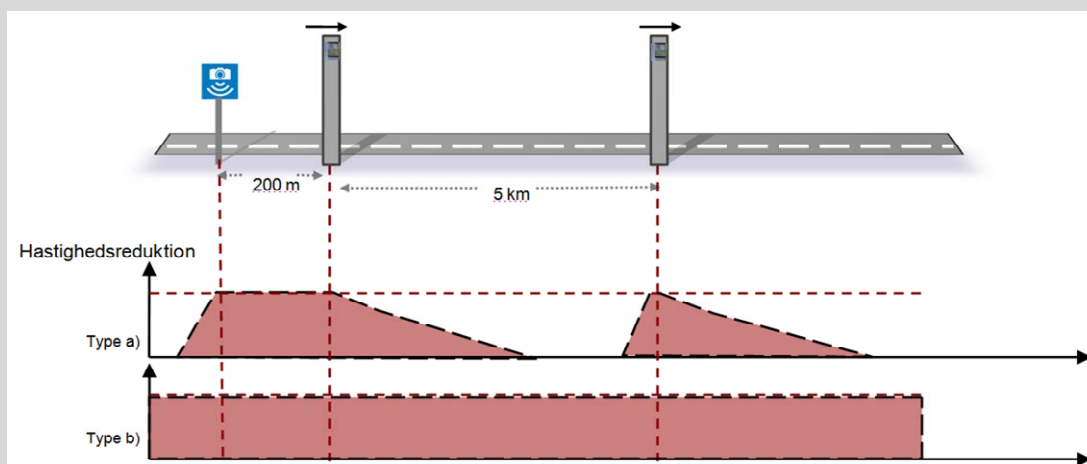
Målgruppen, som er defineret i planlægningsfasen, skal karakteriseres.

Hvordan tiltaget påvirker målgruppens trafikale adfærd, bør også beskrives. Denne beskrivelse er naturligvis meget afhængig af, om tiltaget er et fysisk, som for eksempel vej-bump, eller en kampagne. Under alle omstændigheder bør de hidtidige erfaringer med den måde, hvorpå tiltaget påvirker målgruppen, inkluderes.

Tabel 3.4 Eksempel: Automatisk hastighedskontrol (ATK), beskrivelse af hvordan tiltaget påvirker målgruppen

Punkt-ATK er et velafprøvet system, der bruges i mange lande, og evalueringer har gennemgående vist positive resultater såvel med hensyn til effekt på hastigheder, typisk i størrelsesordenen 7-10 %, som med hensyn til effekt på personskadeuheld, typisk i størrelsesordenen 20-25 %. Systemet kan tilsyneladende anvendes på alle typer strækninger. Effekten begrænses i nogen grad ved, at nogle trafikanter kun sætter hastigheden ned i området lige omkring standerne, hvorefter de sætter den op igen, såkaldt kængurukørsel. Hvor der er flere standere på en vejstrækning viser erfaringerne imidlertid, at hastigheden imellem standerne ikke sættes helt op til det oprindelige hastighedsniveau.

Stræknings-ATK er et nyere system, hvor der endnu ikke findes særlig meget videnskabeligt evalueringsmateriale at bygge på. Det eksisterende evalueringsmateriale er imidlertid positivt, ligesom foreløbige meldinger fra lande, hvor systemet er implementeret i de senere år, rapporterer gode erfaringer. Stræknings-ATK anvendes også i andre end trafikikkerhedsmæssige sammenhænge, idet en generel og jævn hastighedsnedsættelse på en strækning medfører fordele såsom begrænsning af støj- og luftforurening. Systemet stiller visse krav til de veje, hvor det installeres, idet mange muligheder for frakørsel undervejs kan betyde, at en del trafikanter ikke bliver registreret i begge ender af strækningen, og man derfor ikke kan måle gennemsnitshastigheden. Det vil således i sin nuværende udformning næppe overflødiggøre punkt-ATK. Standere til stræknings-ATK må derfor også fungere som til punkt-ATK, hvilket formentlig er teknisk muligt. Stræknings-ATK kan derfor tænkes som en overbygning til punkt-ATK.



Figur 3.1 Trafikanterne antages at være enten 'type a', som er aggressive og kører kængurukørsel, eller 'type b', som er forsigtige og sætter farten jævnt ned over hele strækningen. Pilene over standerne angiver kørselsretningen.

Kilde: Hels m.fl. (2010)

3.3 Beskrivelse af problemkompleks

3.3.1 Kausalitet

Formålet med at evaluere et trafikikkerhedstiltag er at afgøre, hvorvidt det implementerede tiltag har en effekt på trafikikkerheden. Årsags-virkningsforholdet mellem trafikikkerhedstiltaget og ændringen i trafikikkerheden skal bestemmes. Kausalitet er et begreb som ofte er blevet behandlet i litteraturen, såvel teoretisk (Rubin 1974, Granger 1988) som i en trafikal (Davis 2000, Hauer 2010) sammenhæng.

Først skal der beskrives en årsagssammenhæng mellem trafiksikkerhedstiltaget og trafiksikkerheden, som man vil forvente, og det skal sandsynliggøres, at den gælder i den situation, man undersøger.

For eksempel er det sandsynligt, at et trafiksikkerhedstiltag, der får bilister til at nedsætte hastigheden, vil påvirke trafiksikkerheden i positiv retning. Dette fordi der er en dokumenteret sammenhæng mellem hastighed og antal trafikuheld. Mekanismen bag denne sammenhæng er kendt: Når hastigheden er høj, udløses meget mere bevægelsesenergi ved at bringe en bil i fart til stop, end når hastigheden er lav. Desuden gælder det, at når hastigheden er høj, er det sværere at nå at reagere på uforudsete hændelser, hvorfor der vil ske flere uheld.

Et andet eksempel er et eventuelt lovkrav om vinterdæk på biler om vinteren. Hypotesen her er, at fordi vinterdæk har bedre manøvreegenskaber i vintervej end sommerdæk har, vil man forvente færre uheld ved kørsel med vinterdæk om vinteren.

Kan man rationelt argumentere for, at der eksisterer et kausalt forhold imellem tiltaget og trafiksikkerhed, så er næste skridt at gennemføre en undersøgelse, som efterfølgende kan evalueres. Målet med evalueringen er at afgøre gyldigheden af begge følgende udsagn:

- Hvis tiltaget er til stede, så er der en ændring i trafiksikkerheden
- Hvis tiltaget *ikke* er til stede, så er der *ikke* en ændring i trafiksikkerheden

Er begge udsagn gyldige, da og kun da kan det konkluderes, at tiltaget bidrager til en ændring i trafiksikkerheden.

Vurderingen af de to udsagns gyldighed skal evidensbaseres; det vil sige, at vurderingen ideelt set skal foretages på baggrund af et eksperiment, hvor kun den ene faktor varieres, mens alt andet holdes konstant. Da dette ikke kan lade sig gøre i trafikken, tilnærmes situationen med undersøgelser i trafikken, der evalueres på baggrund af statistisk signifikans.

Det afgørende er, at man etablerer en viden om, at en observeret ændring i trafiksikkerheden skyldes tilstedeværelsen af tiltaget.

Tabel 3.5 Eksempel: Automatisk trafikkontrol

Stationær automatisk trafikkontrol (ATK) er en ubemandet trafikkontrol som tager billeder af en bils fører og nummerplade når hastighedsbegrænsningen overtrædes. I perioden november 2008 til september 2010 gennemførte DTU Transport i samarbejde med Justitsministeriet, Rigspolitiet og Vejdirektoratet et før-efters studie med henblik på at afgøre om følgende kunne siges at gælde:

- På de veje, hvor ATK-standere forsøgsvis var opstillet, skete der en nedgang i middelhastigheden
- På de veje, hvor ATK ikke var opstillet, skete der ikke en (tilsvarende stor) nedgang i middelhastigheden.

Resultatet var:

- På de veje, hvor ATK-standerne var opstillet, faldt middelhastigheden på hverdage i kontrolretningen med 9,1 km/t (landeveje) og 5,1 km/t (byveje). I weekenden faldt middelhastigheden mere: 12,1 km/t (landeveje) og 6,6 km/t (byveje).
- På de veje, hvor ATK-standere ikke var opstillet (referencestationerne), faldt middelhastigheden med 0,4 km/t (landeveje) og 0,7 km/t (byveje).

Kilde: Hels m.fl. (2010)

Faktaboks

Modellering af trafikuheld

Et trafikuheld er en hændelse, som er påvirket af både deterministiske og ikke-deterministiske (stokastiske) faktorer, og man må derfor forvente, at observationer, som involverer antal af trafikuheld, udviser variation i tid og rum. Med andre ord: Vi ved, at trafikuheld sker, og vi ved nogenlunde, hvor mange der sker, men vi kan ikke med præcision forudsige hvor og hvornår, de vil ske. Man er af den grund nødt til at inkorporere den naturlige variation og konstruere en statistisk model for at kunne drage evidensbaserede konklusioner på et trafiksikkerhedstiltags eventuelle effekt.

Den statistiske model har til formål at beskrive et respons vedrørende trafikuheld. Dette respons kan være antallet af trafikuheld eventuelt i kombination med alvorlighedsgraden. Da der imidlertid heldigvis forekommer ret få trafikuheld inden for en given tids- og/eller geografisk ramme, kan det være fordelagtigt at bruge en såkaldt proxyvariabel, for eksempel hastigheden i stedet for antallet af uheld. Hastighed kan bruges som responsvariabel i stedet for antallet af uheld, fordi det er veldokumenteret, at der er en tæt sammenhæng mellem hastighed og antal uheld (Elvik m.fl. 2004, Elvik 2009).

I modellen indgår to typer forklarende variable: systematisk varierende og tilfældigt varierende faktorer. Den systematiske variation kan være over tid; det vil sige, at variabelens effekt er en funktion af tiden som for eksempel årstid, eller over rum; det vil sige, at variabelens effekt er en funktion af geografisk placering som for eksempel by- trafik versus landevejstrafik. Andre eksempler på systematisk varierende variable kan være trafikmængden, vejens design og vejrstrækningens hastighedsbegrænsning. De systematisk varierende variable kan alle henføres til en kausal proces og har en signifikant påvirkning på responset.

De systematisk varierende variable kan videre inddeles i forklarede og uforklarede variable. Forklarede variable er variable, som alle er velkendte og målt i den givne undersøgelse. Tilsvarende er uforklarede variable enten ukendte eller kendte, men ikke målt i den givne undersøgelse. De påvirker imidlertid stadig på signifikant måde antallet af trafikuheld.

De tilfældigt varierende faktorer kan ikke tilskrives en observerbar kausal proces og er altså stokastiske i deres natur (Madsen 2005).

De systematiske variable kaldes også confounders eller confounding variables, det vil sige baggrundsvariable, som bidrager til ændringer i trafiksikkerheden og derfor er med til at gøre det mere uklart, hvad den egentlige årsag til en observeret ændring i trafiksikkerheden er (Miettinen og Cook 1981, Greenland m.fl. 1999, Elvik 2002).

Som beskrevet ovenfor er målet at beskrive det kausale forhold mellem trafiksikkerhedstiltaget og ændringen i trafiksikkerheden, men det er nødvendigt at korrigere modellen for så mange systematiske variable, som det er muligt; altså tage højde for, at flere variable end tiltaget har en systematisk effekt på responsvariablen.

Da det kun er de systematiske forklarede variable, der er kendte, er det kun disse der kan korrigeres for i modellen. Det er ikke muligt at korrigere for systematisk uforklarede variable da disse ikke er kendte (eller kendte, men sorteret fra i undersøgelsen). I det tilfælde at man har observeret og målt alle systematiske faktorer, vil den observerede variation i modellen kun afhænge af den tilfældige variation og den variabel, som studeres. Det er dog urealistisk at tro, at alle systematiske faktorer kan måles og observeres; og den variation man observerer, vil være en funktion af både uforklarede faktorer og tilfældige faktorer. Man bør derfor i sin evaluering tilstræbe at observere og måle så mange systematiske forklarede faktorer som det er muligt, da dette vil kunne reducere den variation, som observeres.

4. Effektvurdering

Hovedformålet med en evaluering af et trafiksikkerhedstiltag er effektvurderingen. Effektvurderingen bør give et entydigt svar på, hvor stor effekt et tiltag har på trafiksikkerheden. Hvis antallet af uheld er faldet efter implementeringen af et trafiksikkerhedstiltag, er trafiksikkerheden øget. Det er imidlertid ikke så ligetil at opgøre antallet af uheld før og efter implementeringen af et trafiksikkerhedstiltag og dermed effekten af tiltaget. Dette skyldes blandt andet, at uheld er ret sjældne og derfor forekommer i små antal, og at der dermed alene af tilfældige årsager er stor relativ naturlig variation i uheldstallene for eksempel fra år til år. En løsning på dette kan være at måle trafiksikkerhed med andre variable som beskrevet i afsnit 4.7.

Ved vurdering af den rene effekt af et trafiksikkerhedstiltag er det nødvendigt at skelne denne effekt fra eventuelle andre effekter, der virker i samme (eller modsat) retning. Disse effekter gennemgås nedenfor hver for sig: regressionseffekt, ændring i trafikmønstre, langtidstendenser, tilfældigt sammenfaldende effekter, flere tiltag på én gang.

En gennemgang af implementeringer af et større antal trafiksikkerhedstiltag og deres effekt kan findes i Kenji m.fl. (2010).

4.1 Uheld, eksponering og risiko

Ved opgørelse af antallet af uheld er det vigtigt at have et mål, som normerer antallet, altså uheld pr. 'et eller andet' – for eksempel pr. kørt kilometer eller pr. km vejstrækning. Det mål, som antallet af uheld og/eller tilskadekomster normeres med, kaldes eksponeringen. Inden for trafiksikkerhedsområdet defineres uheld pr. eksponering som risiko. Risikobegrebet kan deles op i risiko knyttet til trafikanten og risiko knyttet til vejen, se tabel 4.1.

Tabel 4.1 Risikobegrebet	
Risiko knyttet til trafikanten	
Risiko for tilskadekomst	Antal tilskadekomne pr. kørt kilometer
Risiko for at blive dræbt	Antal dræbte pr. kørt kilometer
Risiko knyttet til vejen	
Uheldstæthed	Antal uheld pr. kilometer vejstrækning pr. tidsenhed
Uheldshyppighed	Antal uheld pr. kilometer kørt på vejen pr. tidsenhed
Risiko knyttet til befolkningen	
Uheldsrate	Antal uheld pr. en million indbyggere pr. tidsenhed
Rate for tilskadekomst	Antal tilskadekomster pr. en million indbyggere pr. tidsenhed

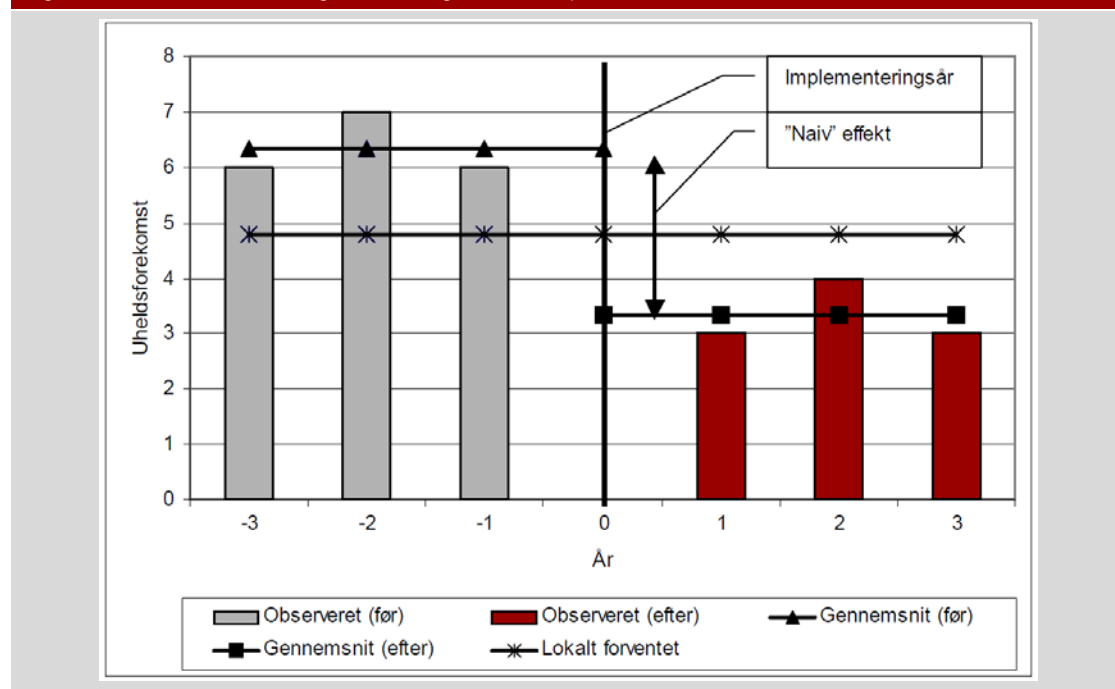
Ved effektvurderinger knyttet til trafiksikkerhedstiltag bruges risiko knyttet til trafikanten og/eller risiko knyttet til vejen. Risiko knyttet til befolkningen bruges ofte i sammenhæng med folkesundhedsvurderinger, for eksempel hvor risikoen for tilskadekomst i en given befolkning sammenlignes med risiko for tilskadekomst ved sygdom.

Når risiko bruges i stedet for det rå antal af uheld, kan effektvurderinger sammenlignes direkte.

4.2 Regressionseffekt

Har man i en periode før et tiltag er implementeret observeret ti uheld, og i en periode af samme længde efter tiltaget er implementeret observeret fem uheld, vil man umiddelbart slutte, at besparelsen er fem uheld svarende til en effekt på -50 %. Denne måde at beregne effekten på er dog for simpel. Regressionseffekten (engelsk: *regression-to-the-mean*) er et udtryk for forskellen mellem det observerede antal uheld og det reelle uheldsniveau. Som beskrevet i faktaboksen må en del af trafikuheldene på en lokalitet tilskrives tilfældige faktorer, og det kan derfor være svært at måle det reelle uheldsniveau på en lokalitet præcist. Trafiksikkerhedstiltag vil ofte blive implementeret på lokaliteter, som i en periode har oplevet mange trafikuheld (helt eller delvist på grund af tilfældigheder). I et før-efterstudie på en sådan lokalitet vil antallet af uheld i før-perioden derfor være kunstigt højt. Man kan derfor fejlagtigt slutte at et tiltag har en større effekt ('Naiv effekt') end det rent faktisk er tilfældet (jf. figur 4.1).

Figur 4.1 Antallet af uheld før og efter et tiltag er blevet implementeret



Regressionseffekten opvejer at den umiddelbare effekt af tiltaget er større end den virkelig er. Hvor den 'naive' effekt er forskellen mellem den gennemsnitlige uheldsforekomst i før og efter-perioden, så er den reelle effekt af tiltaget forskellen mellem det lokalt forventede og gennemsnittet i efter-perioden. Ved at korrigere for regressionseffekten kan den lokalt forventede uheldsforekomst estimeres ud fra uheldsforekomsten i før-perioden. Kilde: Madsen (2005).

Regressionseffekten vil have en betydning, når de lokaliteter, hvor der skal implementeres tiltag, udvælges systematisk, det vil sige i de tilfælde, hvor man udvælger lokaliteter,

- hvor der i en periode har været et højt antal uheld af en bestemt type,

- hvor antallet af uheld ligger over det forventede i forhold til trafikmængden (sort plet),
- ud fra uheldstætheden, det vil sige implementerer trafiksikkerhedstiltag først på de lokaliteter, hvor der er flest uheld.

Ved beregninger bør det overvejes, om det er relevant at inkludere regressionseffekten. Retningslinjerne er følgende (Jensen m.fl. 2010):

- For tiltag som kampagner og vejtekniske tiltag udført over store dele af vejnettet er det ikke nødvendigt at inkludere regressionseffekten, fordi disse tiltag er så geografisk omfattende og man derfor ikke kan tale om en tilfældig lokal ophobning af uheld.
- Er man i en situation, hvor man har implementeret et tiltag på baggrund af en lokal, tilfældig ophobning af uheld, som det er beskrevet i de tre ovenstående punkter, vil det være relevant at inkludere regressionseffekten i beregningerne.
- Der må tages højde for, at jo flere steder et tiltag implementeres, også på steder hvor der ikke er forekommet uheld, desto mere vil regressionseffekten aftage.

I en dansk sammenhæng kan følgende metode benyttes ved korrektion for regressionseffekten:

Arbejdes der med 'sorte pletter', anvendes der som tommelfingerregel en regressionseffekt på 20-30 %; det vil sige, at antallet af uheld i før-perioden reduceres med en faktor 0,2-0,3 for at komme ned på det reelle før-niveau. Jo mindre prøvestørrelse (eksempelvis antal lokaliteter) man arbejder med, desto større vil variansen på antallet af uheld være, og desto større vil regressionseffekten være.

I Jensen m.fl. (2010) er der angivet formler til beregning af sammenhængen imellem det reelle uheldsniveau og det registrerede uheldsniveau for andet end sort-pletarbejde. Det reelle uheldsniveau betegner det registrerede niveau kompenseret for regressionseffekten.

Sammenhængen mellem reelle og registrerede uheld i Jensen m.fl. (2010) er baseret på analyser af 57.716 uheld i 13.971 kryds i to 3-årsperioder før og efter. I det følgende betegner U_{reg} det registrerede uheldsniveau, og U_{reel} det reelle uheldsniveau:

$$U_{reg} = 1,6787U_{reel}^{0,9198}$$

$$U_{reel} = 0,5729U_{reg}^{1,085}$$

De to formler er hver især estimeret på baggrund af regressionsanalyse af de knap 60.000 uheld i før- og efter-perioden ved at gruppere krydsene efter antal af uheld i før-perioden. Brugen af disse formler foreslår en reduktion af det registrerede uheldsniveau med 0,3-0,4 for at komme ned på det reelle uheldsniveau; det vil sige en større reduktion i forhold til sortplet-arbejde nævnt ovenfor. Også her gælder det, at jo færre lokaliteter man arbejder med, desto større vil regressionseffekten være.

Tabel 4.2 Eksempel: Beregningseksempel med regressionseffekt

Som eksempel kan tallene fra figur 4.1 benyttes. I før-perioden er der henholdsvis 6, 7 og 6 uheld pr. år og 3, 4 og 3 uheld pr. år i efter-perioden. Alle tal antages at være korrigeret for den generelle uheldsudvikling.

Naiv effekt

Beregner man den naive effekt, det vil sige tiltagets effekt uden at inkludere en regressionseffekt, fås:

$$1 - \frac{U_{efter}}{U_{før}} = 1 - \frac{3 + 4 + 3}{6 + 7 + 6} = 1 - \frac{10}{19} = \frac{9}{19} = 47\%$$

Det vil sige, at den naive effekt af tiltaget er -47 %.

Med regressionseffekt

Iberegnes regressionseffekten på før-perioden, fås:

$$U_{regl} = 0,5729 U_{reg}^{1,085} = 0,5729(6 + 7 + 6)^{1,085} = 13,98 \text{ uheld}$$

Altså fås en effekt på:

$$1 - \frac{U_{efter}}{U_{før}} = 1 - \frac{3 + 4 + 3}{13,98} = 1 - 0,72 = 28\%$$

Med regressionseffekten er effekten af tiltaget -28 %; altså en væsentlig forskel afhængig af om regressionseffekten inkluderes eller ej. Effektberegningen, som inkluderer regressionseffekten, er mindre end den naive effekt, fordi der i den førstnævnte regnes med en nedgang fra cirka 14 uheld til 10 uheld, mens den naive beregning regner på en nedgang fra 19 til 10 uheld.

Kilde: Jensen m.fl. (2010)

Det teoretiske grundlag for regressionseffekten kan findes i Hauer (1997), og beregningsmetoder og anvendelsen i en dansk sammenhæng kan findes i Jensen (2008b) og Jensen m.fl. (2010).

4.3 Ændringer i trafikmønstre

Trafikmængder og -mønstre er ikke statiske og afhænger af mange faktorer. Er der for eksempel på grund af samfundsøkonomi, lovgivning og/eller udbygning af infrastruktur sket en ændring i trafikmønstret, skal der naturligvis korrigeres for dette ved effektberegning. Mange af disse ændringer kan være svære at detektere, men kan stadig have en betydelig indflydelse på trafikmønstret og -mængden.

En øget trafikmængde vil give anledning til flere uheld, men ikke i forholdet en til en. Forholdet imellem antal uheld før og efter en trafikmængde, T , har ændret sig, er givet ved:

$$U_{efter} = U_{før} \left(\frac{T_{efter}}{T_{før}} \right)^p$$

Værdien af p kan slås op i Greibe og Hemdorff (2001) og er afhængig af vej- og krydstype.

Tabel 4.3 Eksempel: Ændringer i trafikmængden

For en strækning igennem en by ($p=0,89$) med en trafikmængde på 9300 ÅDT og 12 uheld over en periode, forudsiges trafikmængden at falde til 7000 ÅDT. Dette vil påvirke antallet af uheld der registreres på strækningen således at det bliver

$$U_{efter} = U_{før} \left(\frac{T_{efter}}{T_{før}} \right)^p = 12 \left(\frac{7000}{9300} \right)^{0,89} = 9,3$$

Kilde: Greibe m.fl. (2001).

Flere eksempler på studier hvor beregninger med ændringer i trafikmængden forekommer, kan findes i Greibe og Hemdorff (2001) og Jensen (2008a).

4.4 Langtidstendenser

I studier, som strækker sig over en længere tidsperiode, kan man forvente, at en eller flere faktorer ændrer sig uafhængigt af, om et eller flere trafiksikkerhedstiltag implementeres. Som eksempel kan nævnes den generelle uheldsudvikling i samfundet, der i mange år har været faldende. I denne sammenhæng bør man overveje, om det er den landsdækkende uheldsudvikling, man skal se på, eller om man skal begrænse sig til at se på uheldsudviklingen i et bestemt område, på en bestemt vejtype, for eksempel motorveje eller kommuneveje med ÅDT højere end 5.000, eller i en bestemt undergruppe af trafikanter, for eksempel bilister under 25 år.

Korrektion af den generelle uheldsudvikling i en før-efterundersøgelse sker ved at korrigere antallet af uheld i efter-perioden med en faktor beregnet ud fra den generelle uheldsudvikling. Denne korrektion bliver derfor

$$U_{\text{efter}} = U_{\text{før}} \frac{U_{\text{efter,generel}}}{U_{\text{før,generel}}}$$

Hvor $U_{\text{før,generel}}$ og $U_{\text{efter,generel}}$ betegner henholdsvis det generelle antal uheld i før- og efter-perioden.

Tabel 4.4 Eksempel: Korrektion af den generelle uheldsudvikling

I en før-efterundersøgelse af et tiltag, som påvirker en bestemt type uheld med personbiler, har man i før-perioden 2002-2004 observeret 522 uheld og i efter-perioden 2005-2007 407 uheld. Umiddelbart synes tiltaget at reducere antallet af uheld med 115. Men iberegnes den generelle udvikling af personbiluheld i samme periode, får man et andet billede. For samme før- og efter-periode var der henholdsvis 15.234 og 12.460 uheld med personbiler i hele landet. Dette giver altså

$$U_{\text{efter}} = U_{\text{før}} \frac{U_{\text{efter,generel}}}{U_{\text{før,generel}}} = 522 \frac{12.460}{15.234} = 427$$

Tages den generelle udvikling i betragtning, får man altså, at tiltaget alene kun har reduceret antallet af uheld med 20 over en treårig periode og ikke 115 som først antaget.

Kilde: Danmarks Statistik

Et eksempel på et studie, hvor korrektioner for langtidstendenser er medtaget, kan findes i Jensen (2008a).

4.5 Tilfældigt sammenfaldende effekter

To effekter kan påvirke i samme retning eller i modsatte retninger. I begge tilfælde kan det være svært at adskille sammenfald af de to effekter. Et eksempel kunne være en samfundsøkonomisk og en infrastrukturel ændring. Hvis man i en periode ser et fald i trafikmængden på en vejstrækning, hvor der nyligt er blevet anlagt vejbumpe, men der samtidig har været en stigning i benzinprisen; skyldes faldet i trafikmængden så ene og alene vejbumpene, benzinprisen eller er det en kombination af begge?

4.6 Flere tiltag på en gang

Implementeres to eller flere tiltag på samme sted, må det afgøres, om tiltagene påvirker samme eller forskellige uheldstyper.

Hvis to tiltag påvirker forskellige uheldstyper A og B med effekterne E_1 og E_2 , vil antallet af uheld U_{efter} være summen af de individuelle reduktioner for de to tiltag, det vil sige:

$$U_{\text{efter}} = (1 - E_1)U_{A,\text{før}} + (1 - E_2)U_{B,\text{før}}$$

Påvirker de to tiltag derimod samme uheldstype, er det nødvendigt at benytte den såkaldte restfaktormetode (Elvik m.fl. 2002, Jensen m.fl. 2010). Hvis de to tiltag har effekterne E_1 og E_2 , vil totaleffekten være:

$$E_{\text{total}} = 1 - (1 - E_1)(1 - E_2),$$

hvilket vil sige, at antallet af uheld vil være:

$$U_{\text{efter}} = (1 - E_{\text{total}})U_{\text{før}}$$

Programmet MISTUR (under publicering) er netop udviklet til at beregne antallet af resterende uheld i et givent område eller på en given vejtype, efter at flere trafiksikkerhedstiltag er implementeret samtidig. Programmet tager højde for, at visse trafiksikkerhedstiltag påvirker flere forskellige uheldstyper og beregner det tilbageværende antal uheld under betingelsen, at hvert uheld kun kan spares én gang.

En grundigere gennemgang af beregninger med flere tiltag og lister med effekter er beskrevet i Greibe og Hemdorff (2001), Elvik og Rydningen (2002), Jensen (2008b), Jensen m.fl. (2010).

Tabel 4.5 Eksempel: Beregningseksempel med flere tiltag

Påvirkning på forskellige uheldstyper

Hvis der i åbent land anlægges cykelsti, og der samtidig foretages en sanering af faste genstande, vil man se en effekt på uheld på henholdsvis -56 % på cyklistuheld og -42 % på eneuheld med bil. I før-perioden havde der været 10 cyklistuheld og 7 eneuheld med bil. Da de to tiltag påvirker forskellige typer uheld, beregnes det totale antal resterende uheld som:

$$U_{\text{efter}} = (1 - E_1)U_{A,\text{før}} + (1 - E_2)U_{B,\text{før}} = 10(1 - 0,56) + 7(1 - 0,42) = 8,46 \text{ uheld}$$

Havde det i stedet været to tiltag, som påvirkede den samme uheldstype, for eksempel stoppligt og forvarslings med henholdsvis -30 % og -15 % effekt, så ville beregningerne have været anderledes. I en situation med 6 uheld i perioden før, vil man efter at tiltagene er implementeret forvente at se:

$$U_{\text{efter}} = U_{\text{før}}E_{\text{total}} = 6(1 - 0,30)(1 - 0,15) = 3,57 \text{ uheld}$$

Kilde: Jensen m.fl. (2010).

4.7 Proxyvariable

Hvis man i et studie skal sammenligne to situationer, eksempelvis et før-efterstudie, sker det ofte, at man ikke observerer nogen trafikuheld hverken i perioden før eller efter tiltaget er implementeret. At der ikke observeres nogen trafikuheld i efter-perioden kan skyl-

des, at tiltaget har været effektivt, eller det kan skyldes, at et udfald på 0 uheld har en høj forventet sandsynlighed, fordi trafikuheld på et givent sted er sjældent forekommende. Derfor er det i dette tilfælde ikke sikkert at konkludere, om tiltaget har haft nogen effekt. I den situation må man finde en anden variabel at vurdere effekten ud fra, en erstatningsvariabel eller – som den også kaldes – en proxyvariabel. En sådan variabel skal have følgende kvaliteter:

- Den skal have dokumenteret sammenhæng med det man oprindeligt ville måle, eksempelvis antallet af uheld.
- Den skal være mulig at registrere.

For at fortsætte beregningseksemplet med regressionseffekten fra før kunne man i stedet for antallet af trafikuheld, som det måske ikke var muligt at observere i evalueringsperioden, anvende hastigheden, da der er en dokumenteret sammenhæng imellem antallet af uheld og hastigheden (Elvik m.fl. 2004, Elvik 2009). Hvilken proxyvariabel, som kan anvendes, afhænger af sammenhængen. For eksempel vil det ikke give mening at benytte hastigheden som proxyvariabel i et studie af kampagners påvirkning af trafikuheld, hvor spiritus er indblandet.

Tabel 4.6 Eksempel: Evaluering med proxyvariable

I Sørensen (2005) kan man læse følgende beskrivelse af en evaluerings formål og metode:

'Formålet med evalueringen er at undersøge projektets betydning for trafiksikkerheden i form af at registrere og analysere effekter på hastighedsniveau, køretøjers tværsnitsplacering, forekomsten af ulovlige overhalinger og trafikantadfærd generelt. Evalueringen omfatter således følgende fem delundersøgelser:

- Hastighedsprofil: Undersøgelse af hvordan omprofileringen påvirker køretøjers hastighedsprofil på strækningen.
- Snithastighed: Undersøgelse af hvordan snithastigheden ændres i de to snit [...], hvor der er blevet anlagt bremseheller.
- Tværsnitsplacering: Undersøgelse af hvordan omprofileringen påvirker køretøjers tværsnitsplacering på strækningen [...].
- Overhalinger: Registrering af ulovlige og uhensigtsmæssige overhalinger på de tre delstrækninger [...].
- Trafikantadfærd: Observation af uhensigtsmæssig adfærd blandt trafikanterne.

Det skal i denne sammenhæng understreges, at evalueringen ikke har karakter af at være en decideret undersøgelse af projektets effekt på antallet af uheld, idet tidsperioden efter projektets gennemførelse er for kort til, at et sådant egentligt effektstudie lader sig gennemføre. I stedet er den sikkerhedsmæssige effekt søgt sandsynliggjort gennem en effektvurdering på førnævnte parametre, der alle har det tilfælles, at der er tale om parametre, som sædvanligvis har indflydelse på uheldsforekomsten.'

Man har altså på forhånd valgt at fokusere på proxyvariable frem for uheld, da man ikke forventer at kunne observere nogen uheld i den valgte periode.

Kilde: Sørensen m.fl. (2005).

Tabel 4.7 Eksempel: Automatisk trafikkontrol

I den tidligere nævnte rapport om automatisk trafikkontrol (ATK) observerede man middelhastigheden på de strækninger, hvor ATK-standerne var opstillet, i en før- og en efterperiode. Man forventede at observere så få uheld i både før- og efter-perioden, at en proxyvariabel måtte anvendes som erstatning. Da middelhastigheden i høj grad relaterer til antallet af uheld, og da den er observerbar, blev denne anvendt som proxyvariabel for antallet af uheld.

Kilde: Hels m.fl. (2010).

I det tilfælde, hvor man ikke har mulighed for at observere kvantitative proxyvariable, kan man anvende selvrapporterende kvantitative variable eller mere kvalitative metoder.

Selvrapporterende kvantitative metoder kan for eksempel være spørgeskemaundersøgelser om trafikanters holdninger eller vidensniveau i et område, hvor man har haft en informationskampagne. Resultater fra spørgeskemaundersøgelser og strukturerede interview kan anvendes som proxyvariable for trafikanters kendskab til informationskampagnens budskab(er). Man bør ved fortolkning af resultaterne være opmærksom på, at viden og adfærd kan have en tættere eller mindre tæt sammenhæng med uheld, og at denne sammenhæng kan være mere eller mindre dokumenteret i litteraturen (Delhomme m.fl. 2009).

Endelig kan ekspertvurderinger give et vist fingerpeg om et trafiksikkerhedstiltags effekt.

Rent kvalitative interview kan ikke behandles statistisk, men de kan give en detaljeret indsigt i hvorfor trafikanters adfærd og/eller holdninger er som de er, og dermed hvorfor uheld opstår.

5. Samfundsøkonomisk analyse

De foregående afsnit har beskrevet, hvordan man kan forsøge at isolere effekterne af et trafiksikkerhedstiltag, således at man kan vurdere dets virkning. I en samfundsøkonomisk analyse ønsker man at medtage 'alle' fordele og ulemper knyttet til et projekt og på baggrund af disse udregne den samfundsøkonomiske værdi, det vil sige den samlede værdi for samfundet, som projektet har. Det foregående kapitel har først og fremmest fokuseret på at vurdere de direkte effekter af trafiksikkerhedstiltaget. Der er imidlertid også mange andre konsekvenser af et trafiksikkerhedstiltag – konsekvenser, som må inddrages i en samlet vurdering af tiltaget, eksempelvis udgifterne for den offentlige kasse i form af anlægs- og driftsomkostninger mv. samt afledte konsekvenser på trafik og mobilitet, som er vigtige at medtage i en vurdering.

Det er naturligvis i praksis ikke muligt at medtage samtlige effekter af et projekt, men man tilstræber at medtage de største og væsentligste effekter, som man så værdisætter og lægger sammen.

Inden for transportsektoren er der igennem mange år blevet skabt en tradition for at vurdere infrastrukturprojekter ved hjælp af en cost-benefit-analyse (CBA) før et projekts gennemførelse, således at resultatet kan indgå i en prioritering mellem mange projekter. I Danmark har Transportministeriet længe brugt dette systematisk, og man kan i Trafikministeriet (2003) finde en manual for gennemførelsen af en CBA, som primært er udarbejdet med henblik på projektvurderinger. Igennem de seneste år er der sket en udvikling hen imod også at bruge CBA på andre typer af politiktiltag inden for sektoren (for eksempel skatte- og afgiftsomlægning og regulatoriske tiltag), og manualen kan principielt også benyttes som udgangspunkt for samfundsøkonomisk vurdering af trafiksikkerhedstiltag.

Med denne skabelon til evaluering af trafiksikkerhedstiltag vil man få lettere ved at sammenligne samfundsøkonomien i forskellige projekter. Dette kan efterfølgende indgå sammen med andre typer analyser som beslutningsgrundlag i den politiske proces.

5.1 Hvad er en samfundsøkonomisk analyse?

En samfundsøkonomisk analyse er udviklet ud fra et behov for at kunne afveje de mange – og meget forskellige – hensyn, som man ønsker at medtage, når man vurderer projekter. Det drejer sig eksempelvis om hensynet til effektiv og hurtig trafik, miljøhensyn, trafiksikkerhedshensyn mv. Det kan umiddelbart virke svært at vurdere disse hensyn samlet, men dette er der heldigvis råd for! Man har udviklet værdisætningsmetoder baseret på økonomisk teori og statistiske analyser, hvor man kan opstille enhedspriser for hver af effekterne i kroner og øre defineret ud fra nytteværdien for samfundet. Disse enhedspriser benyttes til at værdisætte projektet eller tiltagets effekt, så man kan lægge alle fordele og ulemper sammen til et samlet mål for samfundets nettoværdi af tiltaget. Det siger sig selv, at det er vanskeligt og ikke ukontroversielt at skulle værdisætte eksempelvis værdien af færre trafikuheld, mindre luftforurening og sparet rejsetid. De værdier man bruger, afspejler det til enhver tid bedste bud baseret på den foreliggende forskningsbaserede viden, men det bør dog understreges, at resultaterne af disse metoder naturligvis ikke kan be-

tragtes som absolutte sandheder fra eksakt videnskab, men er forbundet med betydelige usikkerheder.

I den samfundsøkonomiske analyse omfatter samfundet alle, der påvirkes af projektet: trafikanterne, virksomheder, statskassen, det vil sige skatteborgerne, mv., og alle dele af samfundet har samme betydning i analysen. I praksis kan der naturligvis være politiske grunde til, at fordelingen af gevinster og omkostninger ikke skal være lige, hvilket i så fald bør indgå i den politiske vurdering.

I Trafikministeriet (2005) gives kort og tilgængeligt en beskrivelse af en CBA, dens indhold og hvordan den bruges som beslutningsværktøj for de fremadrettede vurderinger.

5.2 Hvad indeholder den samfundsøkonomiske analyse?

For en samfundsøkonomisk analyse af et trafikikkerhedstiltag gælder det først og fremmest om at afveje gevinsterne i form af sparede antal dræbte og tilskadekomne i forbindelse med trafikuheld i forhold til de direkte omkostninger ved implementering af tiltaget, ofte i form af anlægs- og driftsomkostninger. Derudover kommer øvrige konsekvenser såsom ændrede kørselsomkostninger for berørte trafikanter i form af både ændret brændstof- og tidsforbrug på rejser samt eventuelle miljøkonsekvenser for udledningen af CO₂, luftforurening og støj, såfremt de vurderes væsentlige for tiltaget. Endelig kan der være konsekvenser for statens samlede afgiftsprovenu, som skal inkluderes.

Tabel 5.1 Indholdet i en samfundsøkonomisk analyse af trafikikkerhedsprojekter	
Effekt	Indhold
Sparede omkostninger til trafikuheld <ul style="list-style-type: none">• Personskade• Materielskade	Dækker den samlede værdisætning af de opgjorte sparede trafikuheld (både udgifter til det offentlige og velfærdstabet for ofrene)
Anlægsomkostninger og vedligehold <ul style="list-style-type: none">• Anlæg• Vedligehold• Drift	De direkte omkostninger ved anlæggelse af projektet samt eventuelle vedligeholdelsesomkostninger, typisk relateret direkte til infrastruktur. Derudover kommer omkostninger og eventuelle indtægter ved drift af projektet, for eksempel i de tilfælde hvor projektet kræver mandskab til betjening.
Brugergevinster (Consumer Surplus, CS) <ul style="list-style-type: none">• tidsgevinster (typisk negativ (et tab) ved trafikikkerhedsprojekter)• brændstofsomkostninger mv.• eventuel brugerbetaling	Effekter på tid og rejseomkostninger som trafikanterne oplever som følge af ændrede transportvilkår i form af for eksempel ændret kørselstid og brændstof-forbrug, men også ændrede vilkår for brugerbetaling.
Eksterne effekter <ul style="list-style-type: none">• støj• luftforurening• klima	Effekter som brugerne ikke direkte selv oplever og medregner, primært på luftforurening, støj og klima.
Afgifter	Påvirkningen af statens samlede afgiftsniveau
Forvriddningstab	Omkostningerne som følge af offentligt finansieringsbehov ved forvridende skatter og afgifter. ¹

¹ Forklares nærmere senere.

5.3 Hvordan regner man på samfundsøkonomi?

Når man skal foretage en samfundsøkonomisk analyse, bruges den beregningsmetode, som populært kaldes *markedsprismetoden*.² Udgangspunktet er, at goder har en værdi svarende til den pris, som de kan købes for (på markedet), fordi de borgere, der køber dem, er villige til at betale denne pris. Godet må derfor have denne værdi – eller nytte – for disse personer.

Når den samfundsøkonomiske vurdering af et projekt er i markedspriser, er det således opgjort i priser set fra borgernes synspunkt. I praksis betyder det, at der regnes inklusiv skatter og afgifter. Dette betyder dog også, at man skal være opmærksom på, at de offentlige kasser og virksomheders budgetter og regnskaber normalt er uden afgifter og moms. Derfor skal priserne herfra korrigeres med en faktor for den gennemsnitlige afgift for at omregne til markedspriser, så priserne kan betragtes fra brugernes synsvinkel. Denne faktor kaldes 'nettoafgiftsfaktoren', NAF, som i Danmark i øjeblikket er fastsat til 1,17.³

Almindelige varer eller ydelser, som handles på et marked; det vil sige, som man køber, værdisættes som nævnt med den pris, der kan observeres på markedet. Men de væsentligste effekter ved trafiksikkerhedstiltag handles *ikke* på et marked: færre trafikuheld, sparet rejsetid eller mindre luftforurening og støj.

For disse typer af effekter har man udviklet nogle alternative værdisætningsmetoder, som estimerer den individuelle persons betalingsvilje for effekten. Betalingsviljen udledes ud fra direkte eller indirekte metoder ved enten at spørge folk direkte eller ved at aflæse den indirekte ud fra borgernes faktiske adfærd, for eksempel køb af sikkerhedsudstyr eller prisforskellen på sammenlignelige boliger i rolige og støjplagede områder.

Den samfundsøkonomiske metode opgør samfundets samlede værdi af tiltaget uden hensyn til, hvordan fordele og ulemper fordeles på befolkningsgrupper, eller om givne politiske målsætninger nås, for eksempel for antallet af trafikdræbte, uanset at sådanne målsætninger kan være centrale i den politiske beslutningsproces. Dekomponering af resultaterne på grupper kan dog ofte hjælpe med at klargøre og fremhæve disse aspekter.

Når man kender effekterne, bruger man for trafiksikkerhedseffekterne såvel som for de øvrige elementer i den samfundsøkonomiske analyse som udgangspunkt allerede kendte nøgletal for at værdisætte effekterne. Dette vil vi vende tilbage til.

I Finansministeriets vejledning (Finansministeriet 1999), Transportministeriets manual (Trafikministeriet 2003) og i dokumentationen af regnearksmodellen TERESA (Pilegaard m.fl. 2006) kan man finde mere uddybende forklaringer og beskrivelser af metoderne og de specifikke beregningsmetoder.

² Markedsprismetoden anvendes i Transportministeriets manual (Trafikministeriet 2003) og i regnearksmodellen TERESA. Anbefales af Finansministeriet (Finansministeriet 1999).

³ NAF opdateres årligt af Finansministeriet og findes bl.a. i Transportøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet og DTU Transport 2010)

5.4 Forhold vedrørende trafikikkerhedstiltag

5.4.1 Sparede omkostninger til trafikuheld

Som tidligere nævnt gælder, at det for analyser af trafikikkerhedstiltag helt overordnet vil være opgørelsen af de sparede trafikuheld og de direkte udgifter til projektet, som vil være de væsentligste elementer. Det er derfor også her, man skal lægge den største indsats i at få rigtige effekter og priser.

I de tidligere kapitler er det gennemgået, hvordan man kan finde estimater for effekten af trafikikkerhedstiltag i form af sparede personskadeuheld. På dette tidspunkt antager vi derfor, at der foreligger et estimat af antal sparede personskadeuheld, når man går i gang med den samfundsøkonomiske analyse.

Når der således kendes omfanget af projektets effekt på (især) person- og (i mindre grad) materielskader, er det næste skridt at kunne værdisætte dette.

I Transportministeriet og DTU Transport (2010) findes følgende tabeller til brug for værdisætningen af sparede trafikuheld:

Tabel 5.2 Personrelaterede uheldsomkostninger, 2010-priser	
DKK pr.	DKK
Dræbt	17.726.781
Alvorligt tilskadekommen	3.037.046
Lettere tilskadekommen	457.471
Gennemsnit	2.455.689

Uheldsomkostninger er fremskrevet med prisudvikling samt for velfærdsdelen desuden med udvikling i BNP.

Tabel 5.3 Enhedspriser for uheld på vej, 2010-priser	
DKK pr.	DKK
Rapporteret uheld	1.824.749
Rapporteret uheld, heraf materielomkostninger	664.543
Rapporteret uheld med personskade	4.888.151
Rapporteret personskade	3.845.104

Uheldsomkostninger er fremskrevet med prisudvikling samt for velfærdsdelen desuden med udvikling i BNP.

Enhedspriserne for trafikuheld på vej er sammensat af forskellige omkostningstyper således at de kan dekomponeres til følgende:

Tabel 5.4 Enhedspriser for uheld på vej, 2009-priser

DKK pr.	Rapporterede uheld	Rapporterede uheld med personskade	Rapporteret personskade
Personrelaterede omkostninger	300.084	803.868	632.336
Materielomkostninger	650.994	1.743.888	1.371.772
Velfærdstab	836.467	2.240.733	1.762.599
Samlede omkostninger	1.787.545	4.788.488	3.766.708

Kilde: Transportministeriet 2010: Opdatering af værdier for transportens eksterne omkostninger (Trafikuhelds-omkostninger, 2010 opdatering)

Tabellerne viser en 'officiel' enhedspris for personskadeuheld såvel som enhedspriser for antal dræbte, alvorligt og lettere tilskadekomne. Prisen dækker både over omkostninger forbundet med personskade og materielskade. Endvidere er det vigtigt at være opmærksom på, at værdien for personskadeuheld også omfatter omkostningerne til de rene materielskadeuheld på strækningen. Det skyldes, at vi har mest præcise data for personskadeuheldene, og at disse derfor bedre kan estimeres. Materielskadeuheldene er langt hyppigere, men ofte ikke registreret i uhedsregistrene. Personskadeuheldene kan derfor bedre modelleres end omkostningerne til materielskadeuheldene. Disse nøgletal opdateres årligt og er i markedspriser.

Priserne er fremkommet ud fra viden om de omkostninger, der er forbundet med trafikuheld og ud fra det gennemsnitlige antal af dræbte, alvorligt og lettere tilskadekomne ved trafikuheld med personskade. Som udgangspunkt skal man altid bruge tal på samme detaljeringsniveau, som man har beregnet dem; det vil sige i de tilfælde, hvor man opgjort tal for sparede dræbte og tilskadekomne, både alvorlige og lettere, kan man bruge det frem for et tal for antal uheld med personskade. Men ofte er effekterne som nævnt beregnet ud fra modelberegninger på antallet af personskadeuheld. I så fald er det naturligt at bruge enhedsprisen for personskadeuheld direkte.

Vi lader nu ΔN_u være ændringen i antal trafikuheld med personskade (som vil have en positiv værdi hvis der sker et fald) og P_u være prisen pr. uheld med personskade (det vil sige den værdisatte pris). Prisen pr. uheld med personskade kan tages direkte fra tabellerne således at $p_u = 4.888.151$ kr. fra tabel 5.3

Dermed bliver den samlede værdi af de sparede trafikuheld fundet ved:

$$\text{Værdi af sparede personskader ved trafikuheld} = \Delta n_u \cdot p_u$$

For en række trafiksikkerhedstiltag gælder, at man ved at indføre tiltaget ikke blot ændrer antallet af (personskade-)uheld, men også den gennemsnitlige alvorlighedsgrad af uheldene. Dermed vil det gennemsnitlige antal af hver af personskaderne (dræbte, alvorlige og lettere tilskadekomne) også ændre sig pr. uheld med personskade. For eksempel gennem en reduktion af hastigheden. For disse tiltag gælder, at man skal overveje, om de aktuelle tal for sparede omkostninger ved trafikuheld bør korrigeres. Metoder til be-

regning af effekten af hastighed på antal uheld og deres alvorlighedsgrad er omtalt tidligere i rapporten.

Vi prøver nu at gennemgå elementerne og opstillingen af den samfundsøkonomiske analyse med et eksempel. Vi bruger evalueringen af den automatiske hastighedskontrol, som er beskrevet i Hels m.fl. (2010), og hvori der desuden er foretaget en samfundsøkonomisk analyse. For nærmere detaljer om denne analyse og dens elementer henvises til rapporten.

I ATK-evalueringen finder man, at der sker en generel reduktion af hastigheden. Da denne reduktion opfattes som væsentlig, er det i evalueringen vurderet, at man ikke alene kan korrigere antallet af personskadeuheld, men også bør korrigere uheldene for alvorlighedsgrad i nedadgående retning. Sædvanligvis korrigerer man udelukkende antallet af uheld og ikke deres alvorlighedsgrad, men metoden kan læses i Hels m.fl. (2010) afsnit 6.2.1. Princippet i beregningerne er, at nøgletallene for uheldsomkostninger justeres i nedadgående retning med en faktor, der afhænger af hastighedsnedsættelsen.

Ved at gange de korrigerede værdier for uheldsomkostningerne (omkostning pr. uheld) med uheldstæthederne (uheld pr. strækningsskilometer) fås følgende samlede omkostninger pr. strækningsskilometer:

Tabel 5.5 Omkostninger pr. strækningsskilometer uden ATK og med ATK			
Mio. DKK 2009-priser	Uden ATK	Med ATK	Ændring
Personskadeomkostninger	0,977	0,815	-0,162
Materielskadeomkostninger	0,559	0,526	-0,033
Trafikuheldsomkostninger i alt	1,536	1,341	-0,195

De samlede omkostninger til trafikuheld reduceres altså med knap 200.000 DKK pr. strækningsskilometer pr. år ved opsætning af ATK-standere.

Kilde: Hels m.fl. (2010)

5.4.2 Vejforbedringer: Anlægsomkostninger, vedligehold og drift

En del trafiksikkerhedstiltag er møntet på at gøre vejene mere sikre. Når man skal opgøre de direkte omkostninger ved et projekt, skal man se på, hvad det koster at gennemføre projektet, mens det står på, det vil sige dets anlægsomkostninger. Man skal desuden vurdere, om et trafiksikkerhedsprojekt medfører ændrede omkostninger til vedligehold i forhold til situationen uden projektet, og hvis det gør, da opgøre disse ekstra omkostninger. Da anlægsomkostninger og vedligeholdelsesomkostninger typisk vil skulle betales fra offentlige kasser, skal man være opmærksom på omregningen til markedspriser. Det vil sige, at den pris på selve anlægsomkostningen, som eksempelvis vejmyndigheden står over for, skal korrigeres ved hjælp af nettoafgiftsfaktoren NAF (ganges med $(1+\text{afgift})$).

Hvis projektet ud over de omkostninger, man har til anlæg og vedligehold, kræver ekstra driftsudgifter, skal dette medtages. Dette gælder eksempelvis de projekter, hvor der løbende kræves ekstra mandskab eller andet ressourceforbrug. Eksempelvis koster det

noget at lave spirituskontroller, hvorfor tiltag med at indføre en fast promillegrænse har en driftsomkostning til kontrol af overholdelse. Til gengæld koster det ikke noget ekstra at sænke promillegrænsen, såfremt man vælger at opretholde det samme kontrolniveau. Som for anlægsomkostninger skal man også her korrigere ved hjælp af NAF.

Bødeprovenu

Et eventuelt provenu fra en bødeopkrævning fra eksempelvis hastighedskontroller eller spirituskontroller skal ikke indgå i en samfundsøkonomisk analyse. Provenuet har en værdi for statskassen, men for samfundet har det imidlertid ingen værdi, idet dette modsvares af et tab hos bilisterne (dem som betaler bøden) af præcis samme størrelse. Dette tab skal opgøres fuldt ud, idet betragtninger om rimelighed og retfærdighed i forhold til betaling af bøderne er en holdningsbaseret vurdering, som ikke indgår i en samfundsøkonomisk analyse. Det er dog som regel relevant at opgøre og præsentere bødeprovenuet, da de samlede konsekvenser ofte er af stor interesse i den politiske beslutningsproces. Ligeledes kan dette beløb være relevant, hvis man i vurderingen af projektet medregner forvriddingsomkostninger for offentlige udgifter, jf. skatteforvriddingsfaktoren nedenfor.

For den automatiske hastighedskontrol har man vurderet og værdisat omkostninger til den direkte etablering af standerne, den løbende drift og vedligehold af standerne samt den administrative omkostning til sagsbehandling af hastighedssagerne. I ATK-rapporten (Hels m.fl. 2010) findes følgende samlede omkostninger (i markedspriser) til etablering, drift og vedligehold:

Tabel 5.6 ATK driftsøkonomiske omkostninger pr. strækningsskilometer pr. år (2010-priser)	
Parameter	DKK/år pr. strækningsskilometer
Etablering af standerne	12.122
Drift og vedligehold	10.530
Administrativ sagsbehandling	32.121
Driftsomkostninger i alt (markedspriser)	54.773
Bødeprovenu pr. strækningsskilometer pr. år (DKK)	197.667

Kilde: Hels m.fl. (2010)

5.4.3 Brugergevinster, netto: tid og rejseomkostninger

I en traditionel CBA af et transportinfrastrukturprojekt er det primære formål at spare tid og/eller brændstofomkostninger for trafikanterne. I disse situationer er det derfor brugergevinster for trafikanterne netop i form af tid og penge, som er den væsentligste gevinst ved projektet parallelt til antallet af personskadeuheld for trafiksikkerhedstiltagene. For trafiksikkerhedstiltag kan der imidlertid opstå et tab for trafikanterne som følge af længere rejsetid. Dette gælder oplagt for projekter, der har til hensigt at reducere trafikanternes hastighed. Brugergevinsten, som altså i disse tilfælde vil være tab, skal dog udregnes på samme vis og efter den samme logik som ellers.

Brugergevinsterne udregnes ud fra det økonomiske begreb: *trafikanternes generaliserede rejseomkostninger* (GRO). GRO består af såvel de direkte monetære omkostninger,

som brugeren betaler for sin rejse (det vil sige udgifter til benzin, slid på bilen mv. og eventuelle direkte betalinger (bizz)), såvel som tidsforbruget til rejsen. De direkte monetære omkostninger udregnes på basis af en gennemsnitlig kilometeromkostning (enhedspris, p_{km}) og et gennemsnitligt kilometertal (km). Rejsetidsomkostningen indgår i GRO gennem en værdisætning af rejsetid, som foregår ved hjælp af nøgletal på samme vis som for de øvrige effekter, der ikke har direkte kendte priser, det vil sige ved hjælp af et nøgletal for værdien af rejsetid (VoT – efter engelsk Value of Time) og et gennemsnitligt tidsforbrug (tid). Dermed får man, at GRO udregnes som:

$$GRO = tid \cdot VoT + km \cdot p_{km}$$

Første led i udregningen er da rejsetidsomkostningen og andet led de direkte monetære omkostninger.

Når man kvantificerer rejsetiden, værdisættes tiden forskelligt afhængigt af om rejsetiden er fri rejsetid eller forsinkelsestid (på grund af trængsel), og hvilket formål rejsen har. Der kan således forekomme differentieringer i *tid* og *VoT*. Nøgletallene for værdien af rejsetid pr. bil ses i nedenstående tabel.

Tabel 5.7 Tidsværdier for persontrafik, køretøjstimer for 2010 (2010-priser)				
Kr. pr. køretøjstime	Bolig-arbejde	Erhverv*	Andet	Vægtet snit
Bilister				
Køretid	86	382	117	133
Forsinkelsestid	129	573	175	199

Tidsværdier er fremskrevet med prisudvikling og udvikling i BNP. Børn under 18 år medregnes som en halv person.

** i markedspris - dvs. korrigeret med NAF.*

Kilde: Transportministeriet og DTU Transport (2010)

Bemærk at tidsværdien her er pr. køretøjstime, det vil sige pr. bil og ikke pr. person. VoT pr. køretøjstime er udregnet på basis af viden om det gennemsnitlige antal passagerer i hver bil. Når man betragter tidstab ud fra målinger af trafikken, er det relevant at bruge værdien for det samlede køretøj, da man typisk ikke har oplysninger om passagertallet på de konkrete strækninger. Når den enkelte trafikant skal beslutte, om han/hun vil foretage en given rejse eller ej, ser han/hun på de samlede omkostninger ved rejsen, altså GRO. Når man skal beregne brugergevinsten – eller tabet – ved et trafikprojekt, er det ændringer i en rejses GRO, som er interessante.

Efterspørgslen efter en rejse – og dermed trafik – er afhængig af prisen; jo dyrere rejsen er, desto færre ønsker at rejse. Hvis et trafiksikkerhedsprojekt medfører ændringer i GRO, men forventeligt ikke medfører ændringer i den samlede trafikmængde, så beregnes tabet eller gevinsten som den fulde effekt (ændring i GRO gange trafikmængden). Forventer man derimod en ændring i trafikmængden, skal tabet eller gevinsten kun med-

tages som halvdelen af effekten for den del af trafikken, som påvirkes ($\frac{1}{2}$ gange ændring i GRO gange ændret trafikmængde). Dette er den såkaldte rule-of-a-half.⁴

Den tekniske formel for beregning af trafikantgevinster eller -tab (*consumer surplus*) ser dermed således ud:

$$CS = \frac{1}{2} \Delta GRO \cdot (trafik(0) + trafik(1)),$$

hvor trafik (0) og trafik (1) er trafikmængderne før og efter projektet. I praksis vil man typisk vælge at opdele GRO i rejsetidsændringer og kilometerændringer og trafikmængden i den ændrede trafik og den uændrede trafik, hvor forskellen på behandlingen af den ændrede trafik og den uændrede trafik imidlertid alene er den $\frac{1}{2}$ som ganges på.

Tidsændringer

For trafiksikkerhedsprojekter, som medfører en ændring i det gennemsnitlige tidsforbrug for trafikanterne, for eksempel gennem en nedsættelse af hastigheden, vil dette medføre et tab. I den samfundsøkonomiske analyse skal dette tab for den uændrede trafikmængde beregnes som det samlede tidstab i timer multipliceret med VoT for en time, det vil sige aktuelt 133 kr., mens det for en eventuelt ændret trafikmængde desuden skal ganges med $\frac{1}{2}$ (rule-of-a-half).

Når det drejer sig om trafiksikkerhedsprojekter, har man imidlertid en særlig udfordring i forbindelse med eventuelle rejsetidsændringer som følge af ændrede hastigheder. Ofte vil et formål med projektet være at reducere den del af hastigheden, som ligger over den tilladte hastighed. Dette skaber et dilemma om, hvordan en sådan hastighedsnedsættelse skal vurderes. I samfundsøkonomiske analyser har man konventionelt valgt udelukkende at værdisætte den del af hastighedsændringen, som ligger inden for den tilladte hastighed (Transportministeriets Samfundsøkonomiske Gruppe, pers. kom.) Såfremt et projekt således alene reducerer den hastighed, som ligger over den tilladte, vil brugernes nyttetab af dette ekstra tidsforbrug sættes til 0. I praksis vil det ofte være sådan, at et projekt, som har til formål at reducere den hastighed, som ligger over den tilladte, også vil have en vis indflydelse på hastigheden for de bilister, som allerede overholder hastighedsgrænsen. Denne del af tidstabet skal der beregnes nyttetab af. Rent praktisk beregnes tidstabet ved at se bort fra alle hastigheder over de tilladte, det vil sige at man antager, at alle trafikanter kører inden for hastighedsgrænsen, også selvom de ikke gør det i praksis.

Data fra modeller eller hastighedsmålinger giver en værdi for den reduktion af hastigheden, som projektet medfører. Typisk vil det kendes som en fordeling over hastigheder. Denne fordeling omsættes nu til en 'lovlig' fordeling, ved at hastigheder over den tilladte grænse reduceres til hastighedsgrænsen. Med de nye fordelinger kan man nu finde en gennemsnitlig hastighedsreduktion, som kan omregnes til et ekstra tidsforbrug i sekunder pr. kilometer, $\Delta \text{sek/km}$. Dette ekstra tidsforbrug pr. kilometer kan nu omregnes til det samlede tidstab ved at gange med det samlede trafikomfang pr. kilometer. Når man så

⁴ Se Transportministeriets manual (Trafikministeriet 2003) og TERESA dokumentation (Pilegaard m.fl. 2006) for nærmere beskrivelse af udregningen af CS.

har den samlede stigning i rejsetiden, omregnes dette til et tab ved hjælp af Værdien af rejsetid, VoT (som angives i kr. pr. time).

$$\text{Værdien af tabt rejsetid pr. kilometer} = \left(\frac{\Delta \text{sek}}{\text{km}} \cdot \text{trafik} \right) / (60 \cdot 60) \cdot \text{VoT}$$

Såfremt man kender en segmentering af trafikken på rejseformål (erhverv, fritid, pendling), bruges de forskellige VoT; kender man ikke segmenteringen, bruger man det vægtede gennemsnit for VoT=133 kr/køretøjstime.

Tilsvarende findes forskellige VoT for forskellige typer af køretøjer (privatbiler versus lastbiler), som skal bruges, såfremt man kender køretøjernes fordeling.

Ændringer i de monetære omkostninger

Hvis et trafikikkerhedsprojekt medfører ændringer i infrastrukturen, kan dette medføre en ændring i det samlede kørte antal kilometer og dermed – gennem ændret brændstofforbrug og slid på bilen – i de monetære omkostninger. Tilsvarende vil en ændring i hastigheden medføre en ændring i det gennemsnitlige brændstofforbrug. For en ændring i kilometerantallet er det helt ligetil at beregne værdien ved hjælp af nøgletal. For ændringer i gennemsnitshastigheden skal man første beregne reduktionen i brændstof ved hjælp af en korrektionsfaktor til forbruget.

For den automatiske hastighedskontrol finder man en reduktion af hastigheden og dermed en øget rejsetid. Denne stigning i rejsetiden giver et tab for brugerne for den del af hastighedsnedsættelsen, som ligger inden for den tilladte hastighed.

Tabel 5.8 Rejsetidsforøgelse pr. strækningsskilometer som følge af ATK		
	Kontrolretning	Modkørende retning
I alt køretid pr. kilometer før ATK	46,5 sek.	46,5 sek.
Køretid pr. kilometer med ATK	52,8 sek.	48,8 sek.
Køretidsforlængelse	6,3 sek.	2,3 sek.
'Lovlig' køretid pr. kilometer før ATK	48,3 sek.	48,3 sek.
Køretid pr. kilometer med ATK	50,2 sek.	48,9 sek.
Køretidsforlængelse	1,9 sek.	0,6 sek.
Forøget årlig rejsetid pr. strækningsskm. pr. år (v. ÅDT = 7.500)	708 timer	234 timer
Værdi af forøget rejsetid	(708 + 234)timer x 133 kr./time ~ 125.000 kr. pr. år pr. strækningsskilometer	

Kilde: Hels m.fl. (2010)

Reduktionen i hastigheden giver – for det samme rejseomfang – en reduktion i brændstoffsforbruget. Dette giver en besparelse for brugerne. Dermed fås følgende brændstofsbesparelse pr. strækningsskilometer:

Tabel 5.9 Værdi af brændstofbesparelse pr. strækningsskilometer (v. ÅDT = 7.500)

		2010-priser
Brændstofomkostninger pr. km	Personbiler (70 %)	0,35 DKK/km
	Varebiler (15 %)	0,32 DKK/km
	Lastbiler (15 %)	1,05 DKK/km
	Gennemsnit (100 %)	0,52 DKK/km
Relativ besparelse *)		0,75 % pr. 1 km/t
Hastighedsreduktion (gennemsnit)		3,0 km/t
Brændstofbesparelse pr. kørt kilometer		0,012 DKK/km
Samlet brændstofbesparelse pr. strækningsskilometer		32.241 DKK/år

Kilde: Hels m.fl. (2010)

*) Vägverket (2009): Effektkatalog, kap. 7, Figur 7.2

Kilde til brændstofomkostninger: Transportministeriet og DTU Transport (2010), kørselsomkostninger.

Udregningen er baseret på et gennemsnit af brændstofomkostninger pr. km vægtet med den relative forekomst af person-, vare- og lastbiler vist i tabellen og justeret med netto-afgiftsfaktoren. I gennemsnit er hastighedsreduktionen 3,0 km/t, og den relative brændstofbesparelse er 0,75 % pr. km/t, altså 2,25 % i alt. 2,25 % af 0,52 DKK/km er 0,012 DKK/km, og med en årsdøgntrafik på 7.500, køres der 7.500x365 km om året. Samlet fremkommer den samlede brændstofbesparelse på 32.241 DKK pr. år pr. strækningsskilometer.

Gener i anlægsfasen

Hvis trafikikkerhedsprojektet medfører væsentlige gener i anlægsfasen, for eksempel i forbindelse med et anlægsprojekt som giver ekstra kødannelse eller omvejskørsel i anlægsfasen, kan det være relevant at medtage disse gener i analysen. I givet fald beregnes generne i anlægsfasen på samme vis som den endelige effekt.

5.4.4 Eksterne effekter: støj, miljø, klima

Når man regner på eksterne effekter, ser man på de effekter af trafik, som brugerne typisk ikke selv medregner i deres brugergevinster, men som samlet set er væsentlige for samfundet. Effekten på trafikuheld er en ekstern effekt, som vi her har valgt at skille selvstændigt ud, da det jo er hovedmålet for de projekter, som her vurderes.

Når man normalt regner med værdien af konsekvenser på eksterne effekter, har man som for uheld særlige nøgletal, som kan multipliceres med effekten. Man kan vælge at udregne værdien direkte, hvis man kender effekten, eller indirekte via gennemsnitstal pr. kilometer, hvis man ikke kender effekten direkte.

Man kan nemt forestille sig, at den forventede effekt på øvrige eksterne effekter af mange trafikikkerhedstiltag er forsvindende lille, hvorfor man i disse tilfælde kan vælge at se bort fra dette. Dette kan eksempelvis tænkes for en række regulatoriske tiltag som eksempelvis selepligt og regler omkring autostole.

For andre effekter kan det imidlertid være relevant at se på de eksterne effekter enten for udvalgte af dem eller mere generelt.

Ser man eksempelvis på sikkerhedstiltag, som retter sig mod at sikre lokale forhold, kan man forestille sig, at der samtidig vil ske en ændring af støjniveauet på det lokale sted, hvilket derfor vil være relevant at medtage. Værdien skal udregnes på basis af en vurdering af den direkte effekt og ikke ud fra et ændret kilometerantal. Tilsvarende kan man forestille sig projekter, der har en betydning for den lokale luftforurening.

For andre typer af projekter kan man forestille sig en ændring i eksterne effekter gennem en ændret hastighed. For disse situationer gælder som for uheld, at det skal medregnes, hvordan en reduceret hastighed vil reducere den eksterne effekt.

I evalueringen af den automatiske hastighedskontrol er der som tidligere nævnt regnet med en brændstofsbesparelse (med uændret trafikomfang). Denne brændstofsbesparelse giver anledning til en reduktion i CO₂-udslippet.

Tabel 5.10 CO ₂ -reduktion pr. strækningsskilometer (v. ADT = 7.500)		
		2010-priser
CO₂-emission pr. km (land)	Personbiler (70 %)	112 g/km
	Varebiler (15 %)	284 g/km
	Lastbiler (15 %)	933 g/km
	Gennemsnit (100 %)	261 g/km
Relativ CO ₂ -reduktion *)		0,75 % pr. 1 km/t
Hastighedsreduktion (gennemsnit)		3,0 km/t
CO ₂ -reduktion pr. kørt kilometer		5,9 g/km
Samlet CO ₂ -reduktion pr. strækningsskilometer		16 ton/år
I % af strækningens CO ₂ -emission		2 %
CO ₂ -enhedspris		123 DKK/ton
Værdi af sparede CO ₂ -udslip pr. strækningsskilometer		1.972 DKK/ton

Kilde: Hels m.fl. (2010)

*) Vägverket (2009): Effektkatalog, kap. 7, Figur 7.2

Kilde til CO₂-emission: Transportministeriet og DTU Transport (2010), eksterne omkostninger

Der er ikke medtaget andre eksterne effekter i ATK-analysen.

5.4.5 Afgifter

Hvis et projekt medfører en ændring i kørselsomfanget, vil det også medføre en ændring i brændstofomfanget og måske endda i forbruget af biler. Dette vil have konsekvenser for det offentlige afgiftsprovenu. Tilsvarende vil et projekt, som ændrer markant på hastigheden, have konsekvenser for brændstofforbruget og dermed afgiftsprovenuet.

En afgift er en overførsel (transferering) af penge fra borgerne til staten, og det har derfor i sig selv ikke nogen samfundsøkonomisk værdi.⁵ Når vi alligevel medregner den i den samfundsøkonomiske analyse, er det et beregningsteknisk spørgsmål, idet den allerede indgår i opgørelse af trafikanternes nytte (gevinst/tab).⁶

Ser man på trafiksikkerhedstiltag med mere specifikke regulatoriske afgifter som element, eksempelvis subsidiering/afgiftsfritagelse af tekniske trafiksikkerhedsmæssige hjælpemidler, vil konsekvensen på afgiftsprovenu typisk også skulle medtages, idet det vil indgå som en del af trafikanternes brugergevinst. Forventer man eksempelvis, at salget af biler med air-bags er afhængig af afgifterne, kan man også regne på en brugergevinst af en ændret pris på air-bags, hvorfor man også vil skulle medregne udgifterne til den ændrede afgift i den samfundsøkonomiske analyse.

Som for flere af de andre punkter kan man sagtens forestille sig trafiksikkerhedstiltag, hvor den forventede effekt på afgiftsprovenu er så lille, at den ikke medregnes.

Som eksempel vises nu, hvordan afgiftsberegningen rent teknisk ser ud for situationen med et sparet brændstofsforbrug.

Staten mister provenu, når bilisterne forbruger mindre benzin. Dette skyldes at benzin er højere afgiftsbelagt end det gennemsnitlige forbrug. Dette fald i statens provenu skal indregnes i analysen:

I det følgende bruger vi at prisen på brændstof pr. strækningsskilometer er $p=r+a$ hvor r er ressource-delen af prisen mens a er den del af prisen, der består af afgifter. Δb er brændstofbesparelsen pr. strækningsskilometer. Da får man følgende effekt på statens provenu:

$$\text{Statens provenutab pr. strækningsskilometer} = \Delta b \left(a - \frac{NAF - 1}{NAF} \cdot (r + a) \right) \cdot NAF$$

Der korrigeres med NAF for at omregne til markedspriser. Første del af ligningen udtrykker direkte den del af forbrugerens besparelse, som er afgifter, der altså mistes som indtægt af staten. Anden del af ligningen er en korrektion til statens tab, idet forbrugerne vil bruge deres besparelse på gennemsnitligt forbrug, som jo er gennemsnitligt beskattet og dermed give en ny indtægt i statskassen.⁷

I ovenstående er der regnet med et ændret brændstofsforbrug pr. strækningsskilometer – for eksempel som følge af lavere hastighed. Skyldes besparelsen i brændstof derimod et ændret kørselsomfang, vil det være det samlede provenu-tab i alt, som er relevant, og man vil skulle multiplicere med ændringen i antal kørte kilometer i stedet for pr. strækningsskilometer.

⁵ Ligesom det gælder for bøder.

⁶ Se TERESA-dokumentationen (Pilegaard m.fl. 2006) og Transportministeriets manual (Trafikministeriet 2003) for nærmere forklaring.

⁷ Den sidste del (korrektionen) skal kun medtages for ikke-erhvervsrelateret transport (dvs. ikke for lastbiler mv.)

I ATK-rapporten har man ikke selvstændigt regnet på afgiftskonsekvenser, da man rent teknisk har valgt at lade det indgå i de øvrige effekter.

5.5 Forvridningstab

Forvridningstab – eller skatteforvridningen – er de omkostninger, der opstår, når udgifter skal dækkes via offentlige kasser, som typisk finansieres over skatterne. Forvridningstabet beregnes af nettoudgifterne og beregnes således af summen af anlægsudgifter og vedligeholdelse, driftsudgifter samt og eventuelt ændret afgiftsprovenu og bødeprovenu.⁸

Baggrunden for, at man medregner forvridningstab, er, at når man skal finansiere en krone over skatterne, så koster det samfundsøkonomisk mere end én krone på grund af den forvridning af for eksempel arbejdsmarkedet, som skatterne medfører. Forvridning betyder, at folk eksempelvis vælger at arbejde mindre i den situation, hvor de skal betale skat af deres arbejdsindkomst, end de ellers ville have gjort. Skat på arbejdskraft gør nemlig arbejdskraften dyrere for arbejdsgiveren og lønnen mindre for arbejdstageren, hvorfor den generelle forventning vil være, at der bliver udbudt mindre arbejdskraft end i tilfældet uden skat.

Der er en del debat om dette forvridningstab, og i mange lande håndterer man denne effekt på anden vis i de samfundsøkonomiske analyser. I Transportministeriets manual såvel som i anbefalingerne fra Finansministeriet opererer man dog med dette forvridningstab. Aktuelt opererer man med et forvridningstab på 20 %, det vil sige at nettoudgifterne for de offentlige kasser medfører et yderligere samfundsøkonomisk tab på 20 %.

Når det gælder trafiksikkerhedsprojekter, kan man nemt forestille sig, at den samlede effekt på de offentlige kasser er temmelig beskeden set i et samfundsøkonomisk perspektiv. I disse situationer kan man derfor vælge at se bort fra beregningen af forvridningstab, da effekten vil være ubetydelig for resultatet.

Der kan imidlertid også være andre, modsatrettede, forhold, som bevirker, at man vælger at se bort fra forvridningstabet. Hvis et tiltag eksempelvis giver ganske stort provenu til statskassen (for eksempel fra bøder), kan det i visse tilfælde have en væsentlig indflydelse på det samlede resultat via forvridningstabet (som altså vil give en gevinst). Dette potentielle positive resultat kan dog i sådanne situationer bortlede opmærksomheden fra det væsentlige, idet det ikke er projektet i sig selv, som skaber den positive værdi, men derimod det faktum, at bødeopkrævningen, som vil blive vurderet at virke ikke-forvridende, dermed er en 'mere effektiv' måde at opkræve skatter på. Hvis det er tilfældet, er det vigtigt at være opmærksom på, om det er rimeligt at medtage provenuet som ikke-forvridende, eller om det i givet fald har forvridende adfærd andre steder, som ikke er medtaget. Det kan også være relevant at vurdere, om der i givet fald opstår nogle væsentlige fordelingsmæssige aspekter, som man ikke har fået med i analysen.

⁸ Yderligere beskrivelse af forvridningstab og dets opgørelse findes bl.a. i Trafikministeriet (2003), Pilegaard m.fl. (2006) og Finansministeriet (1999).

5.6 Opstilling af analysen

Vi har nu set på alle de elementer, som bør medtages – eller i hvert fald overvejes – i analysen. Vi er nu klar til at opstille resultaterne i en tabel og udregne samlede konsekvenser.

I udgangspunktet beregnes de forskellige konsekvenser pr. år. Når man behandler projekter, som involverer anlægsudgifter over en årrække, som det er standard for større infrastrukturprojekter, er det nødvendigt at udregne og opstille effekterne for en årrække og tilbagediskontere til et givet valgt prisniveau. For trafikssikkerhedsprojekter vil selve anlægs-, vedligeholdelses-, og driftsudgifterne imidlertid typisk være væsentligt mindre og tilpasningen til den nye situation hurtigere, så man vil kunne vælge den mere simple tilgang og omregne engangsudgifterne til gennemsnitlige årlige omkostninger.

Omregningen af engangsudgifterne afhænger af projektets levetid. Såfremt projektet har uendelig levetid (eller så lang at vi i princippet opfatter den som uendelig), bruges 5 % af engangsudgifterne som en indikation af de årlige omkostninger, idet 5 % er den officielle kalkulationsrente for anlægsprojekter. For mange projekter vil levetiden af anlægsinvesteringen dog være væsentlig kortere. Hvis levetiden på projektet er eksempelvis 5, 10 eller 15 år, skal de initiale udgifter divideres med henholdsvis 4,3; 7,7 og 10,4 i opgørelser af de årlige omkostninger (Jensen 2008b og egen opdatering til en kalkulationsrente på 5 %).

Dermed kan man opstille resultaterne i en samlet tabel:

Tabel 5.11 Samfundsøkonomisk værdi af projektet	
Effekt	DKK pr. år
Anlæg og drift af projektet	
Anlægsudgifter (investering)	
Vedligeholdelsesudgifter	
Driftsudgifter	
Sparede omkostninger til trafikuheld	
Sparede omkostninger til personskade	
Sparede materielomkostninger	
Brugergevinster (CS) (+/-)	
Rejsetab/gevinst	
Brændstofomkostninger m.m.	
Eksterne effekter	
Støj	
Luftforurening	
Klima	
Afgifter	
Forvridning	
Nettoværdi pr. år	
Benefit-cost ration (B/C)	

Nettoværdien er summen af samtlige effekter i analysen, både de positive og de negative. Nettoværdien er altså den samlede værdi for samfundet, som projektet alt i alt har. En positiv nettoværdi betyder, at der samlet set er overskud for samfundet af projektet.

I en verden uden offentlige budgetbegrænsninger ville det ud fra økonomiske hensyn i princippet være en god idé at gennemføre alle projekter med positiv nettoværdi. I realiteten er det ikke muligt. Ofte står man over for budgetbegrænsninger, og man kan derfor kun gennemføre en begrænset mængde projekter. I den situation giver nettoværdien ikke så meget information om, hvordan man bedst kan prioritere. Da nettoværdien således siger noget om det absolutte niveau, er det svært at sammenligne for eksempel meget store og meget små projekter (målt på anlægsomkostningerne), idet store positive projekter oftere kan give en meget stor nettoværdi end ganske små positive projekter. Derfor udregnes for projekterne tillige en benefit-cost-ratio, som bedre kan sammenlignes på tværs af projekter, og som har den fordel, at små og store projekter vurderes ligeligt. Benefit-cost-ratio sætter nettoværdien i forhold til de direkte nettoomkostninger, der er ved projektet, det vil sige nettoværdien pr. krone som trækkes fra offentlige kasser netto. Dermed kan man se, hvilket afkast man får pr. investeret offentlig krone, hvilket vurderes at være det mest anvendelige evalueringskriterium og er anbefalingen i Transportministeriets manual (Trafikministeriet 2003).

Som tidligere nævnt er det ikke sikkert, at man udfylder samtlige felter i opgørelsen. Man bør dog altid kvalitativt vurdere betydningen af hver enkelt effekt og argumentere for hvorfor de medtages/ikke medtages.

I eksemplet med ATK finder man nu følgende resultat ved at opstille samtlige effekter sammen:⁹

Tabel 5.12 Samfundsøkonomisk lønsomhed af opstilling af ATK i én retning på landevej med en årsdøgntrafik på 7.500 køretøjer (2010-priser)	
	DKK/km pr. år
Etablering og drift af ATK	-54.773
Investering i opstilling	-12.122
Drift og vedligehold	-10.530
Juridisk sagsbehandling	-32.121
Sparede uheld	168.528
Færre personskadeuheld	80.328
Mindre alvorlige personskadeuheld	45.066
Materielskader	43.135
Forøget rejsetid	-125.046
Sparet brændstof	32.241
Reduceret CO₂-udslip	1.972
Nettoværdi pr. år	22.923
Benefit-cost ration (B/C)	1,4

Kilde: Hels m.fl. (2010)

5.7 Følsomhed

De foregående effekter og beregninger er beskrevet på baggrund af ét fast tal for hver indgående effekt og pris. I praksis er der dog ofte en del usikkerhed forbundet med disse tal, og det er derfor nyttigt at undersøge resultaterne for, hvor følsomme de er over for udsving i disse tal.

Dette gøres rent praktisk ved at gennemføre de samme beregninger på ny, men blot med ændrede værdier for de valgte effekter/parametre. Typisk vil man vælge at teste en effekt/parameter inden for et interval og dernæst angive resultatet inden for et interval. Man kan også vælge at lade flere variable variere samtidig og se på effekten af dette.

Følsomhedsanalyser er analyser af, hvor følsomt resultatet er over for justeringer af udvalgte parameter værdier, det vil sige over for størrelsen af nøgletallene som bruges til værdisætningerne.

⁹ En negativ værdi angiver, at effekten samlet set er et tab for samfundet og altså tæller negativt i den samfundsøkonomiske analyse.

Usikkerhedsanalyser viser i modsætning til følsomhedsanalyser, hvor følsomt resultatet er over for den usikkerhed man har i fastlæggelsen af de enkelte effekter, det vil sige i ens inputvariable som eksempelvis effekten på antallet af trafikuheld.

Formålet med følsomheds- og usikkerhedsanalyser er at fastslå, hvor sikkert og robust resultatet er. Ikke det helt præcise tal for eksempelvis nettoværdien, men niveauet for resultatet.

I ATK-rapporten er der udarbejdet følsomhedsanalyser på standernes aktive kontroltid, effekten af ATK på hastighed, effekten af hastighed på antal personskadeuheld samt den gennemsnitlige uheldstæthed.

Tabel 5.13 Følsomhedsanalyser på centrale forudsætninger i ATK analysen			
	Følsomhedsanalyseværdi	B/C ratio	Break-even
ATK-standernes aktive kontroltid	25 %	1,0	25 %
ATK-effekt på hastighed	-7 %	0,8	-11,6 %
Hastighed på personskadeuheld, PSU	-5,8 %	0,3	-
Gennemsnitlig uheldstæthed (UHT)	27 %	21,	0,19
	20 %	1,1	

Kilde: Hels m.fl. (2010)

Her er følsomhedsanalyseværdi den ændring der foretages af variabelen, B/C ratio er den 'nye' værdi og Break-even er den værdi for parameteren, som giver en B/C ratio på 1.

Litteratur

Anderson, P.K., Lund, B.C. 2009: *Adfærd ved stopstreg - Fire Københavnske bykryds*. Trafitec. 44 pp.

Bernhoft, I.M., Hels, T., Hansen, A.S. 2008: *Trends in Drink Driving Accidents and Convictions in Denmark*. Traffic Injury Prevention, vol 9, p. 395-403.

Cox, D.R. 1958: *Planning of Experiments*. Wiley New York. 320 pp.

Davis, G.A. 2000: *Accident reduction factors and causal inference in traffic safety studies: A review*, Accident Analysis and Prevention, vol 32, p. 95-109.

Delhomme, P., De Dobbeleer, W., Forward, W., Simoes, A., Adamos, G., Areal, A., Chappé, J., Eyssartier, C., Loukopoulos, P., Nathanail, T., Nordbakke, S., Peters, H., Phillips, R., Pinto, M., Ranucci, M.F., Sardi, G.M., Trigoso, J., Vaa, T., Veisten, K., Walter, E. 2009: *Manual for designing, implementing, and evaluating road safety communication campaigns*. Belgian Road Safety Institute. 324 pp.

Elvik, R. 2002: *The importance of confounding in observational before-and-after studies of road safety measures*. Accident Analysis and Prevention, vol. 34, p. 631-635.

Elvik, R., Rydningen, U. 2002: *Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak*. TØI 2002. 71 pp.

Elvik, R., Christensen, P., Amundsen, A. 2004: *Speed and road accidents – An evaluation of the Power Model*. TØI report 740/2004. 134 pp.

Elvik, R., Vaa, T. 2004: *The Handbook of Traffic Safty Measures*. Elsevier. 1072 pp.

Elvik, R. 2009: *The Power Model of the relationship between speed and road safety*. TØI report 1034/2009. 65 pp.

Finansministeriet. 1999: *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*. Finansministeriet. 93 pp.

Fisher, R.A. 1937: *Design of Experiments*. Oliver and Boyd. 260 pp.

Færdselssikkerhedskommissionen. 2007: *Handlingsplan fra Færdselssikkerhedskommissionen – Hver ulykke er én for meget*. Justitsministeriet. 88 pp.

Granger, C.W.J. 1988: *Some Recent Developments in A Concept of Causality*. Journal of Econometrics, vol 39, p. 199-211.

Greenland, S., Robins, J.M., Pearl J. 1999: *Confounding and Collapsibility in Causal Inference*. Statistical Science, vol. 14, p. 29-46.

- Greibe, P., Hemdorff, S. 2001: *Håndbog i trafikssikkerhedsberegninger. Brug af uheldsmø-
deller og andre vurderingsmetoder*. Vejdirektoratet. 52 pp.
- Hauer, E. 1997: *Observational Before-After Studies in Road Safety*. Pergamon. 289 pp.
- Hauer E. 2010: *Cause, effect and regression in road safety: A case study*. Accident Ana-
lysis and Prevention, vol. 42, p. 1128-1135.
- Hels, T., Kristensen, N.B., Carstensen, G., Bernhoft, I.M., Hakamies-Blomqvist, L. 2010:
Automatisk hastighedskontrol – vurdering af trafikssikkerhed og samfundsøkonomi. DTU
Transport rapport nr. 4, september 2010. 71 pp.
- Jensen, S.U. 2008a: *Bicycle Tracks and Lanes: A Before-and-After Study*. Transportation
Research Board Annual Meeting 2008. 15 pp.
- Jensen, S.U. 2008b: *Effektkatalog – Viden til bedre trafikssikkerhed*. Trafitec. 189 pp.
- Jensen, S.U. 2008c: *Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study*.
Accident Analysis and Prevention, vol. 40, p. 742-750.
- Jensen, S.U. 2009: *Cykellommer - Spørgeundersøgelse om tryghed, tilfredshed, mv*. Tra-
fitec. 17 pp.
- Jensen, S.U. 2010: *Safety Effect of Intersection Signalization - A Before-After Study*. TRB
Annual Meeting 2010. 18 pp.
- Jensen, S.U., Andersson, P.K., Herrstedt, L. 2010: *Håndbog Trafikssikkerhed. Effekter af
vejtekniske virkemidler*. Vejdirektoratet. 87 pp.
- Kallberg, V.-P., Zaidel, D., Vaa, T., Malenstein, J., Siren, A., Gaitanidou, E. (2008): Police
Enforcement Policy and Programmes on European Roads. Final Report. PEPPER, De-
liverable 17. 143 pp.
- Kenji H., Munemasa S., Hiroki H., Toru H., Hidekatsu H. 2010: *Evaluation of Traffic Fatal-
ity Countermeasures implemented in Japan from 1992 to 2007*. Asian Transport Studies,
vol. 1, p. 122-136.
- Lund, B.C., Anderson, P.K. 2009: *Konfliktteknikstudier - Før- og efterevaluering af to Kø-
benhavnske bykryds*. Trafitec. 56 pp.
- Lund, H.V. 2005: *Hastighedsbarometer*. Vejdirektoratet.
<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=85599>
- Madsen, J.C.O. 2005: *Skadesbaseret sortpletudpegning: fra crash prevention til loss re-
duction i de danske vejbestyrelses sortpletarbejde*. Aalborg Universitet. 346 pp.

Madsen, J.C.O. 2006: *Køreløys på Cykel – En effektundersøgelse*. Aalborg Universitet. 97 pp.

Miettinen, O.S., Cook, F. 1981: *Confounding: Essence and detection*. American Journal of Epidemiology, vol. 114, p. 593-603.

Reiff, L.K., Foldager, I., Hels, T., Hemdorff, S., Lund, H. 2008: *130 km/t på motorveje. Virkning på faktisk hastighed, uheld og miljøbelastning*. Rapport 337. Vejdirektoratet. 35 pp.

Rubin, D.B. 1974: *Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Non-randomized studies*. Journal of Educational Psychology, vol. 66, p. 688-701.

Rådet for Større Færdselssikkerhed. 2003: *På vej imod en trafiksikker fremtid*. 70 pp.

Pilegaard, N., Fosgerau, M., Jensen, M.P., Lyk-Jensen, S. 2006: *TERESA (Transport- og Energiministeriets Regnearksmodel til Samfundsøkonomisk Analyse) for transportprojekter – dokumentation (version 1.0, aug. 2006)*. Danmarks TransportForskning. 47 pp.

Sode-Carlsen, R., Bech, V. 2005: *Effektundersøgelse af vejudvidelser i Nordjyllands Amt*. Trafikdage 2005. 10 pp.

Sørensen, M., Madsen, J.C.O., Lahrmann, H., Madsen, J.R., Bech, V. 2005: *Midteradskillelse på landevej 447, Vestbjerg-Hjørring*. Trafikdage 2005. 10 pp.

Sørensen, R.H. 2004. *Trafikantadfærd i rundkørsler med dobbeltrettet cykelsti*. Upubliceret.

Tester, J.M., Rutherford, G.W., Wald, Z., Rutherford, M.W. 2004: *A Matched Case-Control Study Evaluating the Effectiveness of Speed Humps in Reducing Child Pedestrian Injuries*. American Journal of Public Health, vol. 94(4), p. 646-65.

Trafikministeriet. 2003: *Manual for samfundsøkonomisk analyse – anvendt metode og praksis på transportområdet*. Trafikministeriet. 118 pp.

Trafikministeriet. 2005: *Anvendelse af samfundsøkonomiske analyser - Den samfundsøkonomiske analyse som værktøj i beslutningsprocesser*. Trafikministeriet. 12 pp.

Transportministeriet, DTU Transport. 2010: *Transportøkonomiske Enhedspriser til brug for samfundsøkonomiske analyser, version 1.3, juli 2010*.

[http://www.dtu.dk/centre/modelCenter/Samfundsøkonomi/Transportøkonomiske Enhedspriser.aspx](http://www.dtu.dk/centre/modelCenter/Samfundsøkonomi/Transportøkonomiske%20Enhedspriser.aspx).

Vägverket. 2009: *Effektsamband för vägtransportsystemet. Nybyggnad och förbättring - Effektkatalog*. Vägverket publikation 2009: 151. Borlänge, Sverige. 300 pp.

Wegman F., Dijkstra, A., Schermers, G., van Vliet, P. 2005: *Sustainable Safety in the Netherlands: the vision, the implementation and the safety effects*. SWOV. 35 pp.

DTU Transport forsker og underviser i trafik og transportplanlægning. Institutet rådgiver myndighederne inden for infrastruktur, samfundsøkonomi, transportpolitik og trafiksikkerhed. DTU Transport samarbejder tillige med erhvervslivet om grøn logistik, behovsstyret kollektiv trafik, brugerbetaling og design af bæredygtige transportnetværk.

DTU Transport
Institut for Transport
Danmarks Tekniske Universitet

Bygningstorvet 116 Vest
DK-2800 Kgs. Lyngby
Tlf. 45 25 65 00
Fax 45 93 65 33

www.transport.dtu.dk